

**DETEKSI FITOPLANKTON BERPOTENSI BERBAHAYA (HABs)
DI PERAIRAN PESISIR LAUT KOTA MAKASSAR**

SKRIPSI

**OLEH:
ASTRID WULAN JUNAIDI
L111 13 013**



**DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2017**

ABSTRAK

ASTRID WULAN JUNAIDI, L111 13 013. “Deteksi Fitoplankton Berbahaya (HABs) di Perairan Pesisir Laut Kota Makassar. Dibimbing oleh Rahmadi Tambaru dan Yuyu Anugrah La Nafie.

Fitoplankton dapat mengalami pertumbuhan yang cepat dan berpotensi merugikan jika ditunjang nutrisi yang tinggi dalam suatu perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan mengetahui kelimpahan fitoplankton yang berpotensi berbahaya (HABs), serta mengetahui faktor yang mempengaruhi HABs di perairan pesisir laut kota Makassar. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi agar bisa dilakukan pencegahan terjadinya HABs di perairan pesisir kota Makassar. Pengambilan sampel fitoplankton dilakukan pada bulan Maret 2017 di 3 stasiun (Pantai Losasri, POPSA, dan Pulau Lae-Lae) dengan pengambilan sampel menggunakan plankton net (nomor 25). Hasil penelitian ini terdeteksi 7 genus fitoplankton yang berpotensi berbahaya (HABs) dari kelas Dinophyceae yaitu *Protoperdinium* (67-314 sel/L), *Gymnodinium* (19-59 sel/L), *Ceratium* (28-216 sel/L), *Prorocentrum* (10-39 sel/L), *Gyrodinium* (10 sel/L), *Gonyaulax* (10-29 sel/L), dan *Dinophysis* (10-29 sel/L). Namun, genus yang ditemukan selalu muncul pada setiap stasiun yaitu *Protoperdinium*, *Gymnodinium*, *Ceratium*, dan *Gonyaulax*. Proporsi kelimpahan fitoplankton HABs ditemukan sebanyak 41%. Sedangkan non HABs masih tinggi yaitu sebanyak 59%. Berdasarkan hasil analisis korelasi didapatkan bahwa parameter yang memiliki hubungan kuat dan mempengaruhi kelimpahan fitoplankton (HABs dan Non-HABs) adalah suhu ($p < 0,05$) dengan kekuatan hubungan yang sangat kuat (76,6%) dan positif. Parameter yang lain seperti pH, salinitas, oksigen, nitrat dan fosfat cenderung tidak memperlihatkan hubungan yang nyata ($p > 0,05$).

Kata Kunci : Fitoplankton, Harmful Algae Blooms (HABs), Perairan Pesisir Kota Makassar.

ABSTRACT

ASTRID WULAN JUNAIDI, "Detection of Dangerous Phytoplankton (HABs) in Coastal Waters of Makassar City. Guided by Rahmadi Tambaru and Yuyu Anugrah La Nafie.

Phytoplankton can experience very rapid growth and potentially harmful if supported by high nutrient in one waters. The purpose of this research was to detect phytoplankton and their abundance which potentially dangerous (HABs), and to know factors affecting the HABs in the coastal waters of Makassar City. The results of this study is to provide important information to take into account for the prevention of HABs in coastal waters of Makassar. Sampling of phytoplankton was performed in March 2017 at 3 stations (Losari beach, POPSA dan Lae-Lae island) with sampling using plankton net (number 25). The results of this research detected 7 genus of potentially harmful phytoplankton (HABs) from Dinophyceae ie *Proto-peridinium* (67-314 cells/L), *Gymnodinium* (19-59 cells/L), *Ceratium* (28-216 cells/L), *Prorocentrum* (10 -39 cells/L), *Gyrodinium* (10 cells/L), *Gonyaulax* (10-29 cells/L), and *Dinophysis* (10-29 cells/L). *Proto-peridinium*, *Gymnodinium*, *Ceratium*, and *Gonyaulax* are the genus that appear most frequently in all stations. The ratio of HABs phytoplankton to non-HABs was 41%.- 59%. The correlation analysis showed that temperature resulted strong relation and influence to abundance of phytoplankton (HABs and Non-HABs) ($p < 0.05$) with high and positive correlation (76.6%). Whereas other parameters such as pH, salinity, dissolved oxygen, nitrate and phosphate did not show a significant correlations ($p > 0.05$).

Keywords: Phytoplankton, Harmful Algae Blooms (HABs), Coastal Waters of Makassar City.

**DETEKSI FITOPLANKTON BERPOTENSI BERBAHAYA (HABs)
DI PERAIRAN PESISIR LAUT KOTA MAKASSAR**

**Oleh:
ASTRID WULAN JUNAIDI
L111 13 013**

**SKRIPSI
Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan**



**DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Deteksi Fitoplankton Berpotensi Berbahaya (HABs)
Di Perairan Pesisir Laut Kota Makassar

Nama : Astrid Wulan Junaidi

Nomor Pokok : L111 13 013

Program Studi : Ilmu Kelautan

Skripsi Telah Diperiksa
dan Disetujui Oleh :

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Dr. Ir. Rahmadi Tambaru, M.Si
NIP.19690125 199303 1 002

Dr. Yuyu Anugrah La Nafie, ST, M.Sc
NIP.197108232000032002

Mengetahui,

Plh Dekan
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan

Ketua
Departemen Ilmu Kelautan

Prof. Dr. Jamaluddin Jompa, M.Sc
NIP.196703081990031001

Dr. Mahatma Lanuru, ST, M.Sc
NIP.1970102919955031001

Taggal lulus: 16 Agustus 2017

RIWAYAT HIDUP



Astrid Wulan Junaidi dilahirkan pada tanggal 10 Juli 1995 di Desa Lebani, Kecamatan Belopa Utara, Kabupaten Luwu, anak kedua dari 5 bersaudara. Dari ayahanda Junaidi dan ibunda Juhani. Penulis menyelesaikan Pendidikan Dasar di SDN 270 Lebani tahun 2007, pendidikan lanjutan di SMPN 4 Belopa tahun 2010 dan SMAN 1 Belopa tahun 2013.

Pada tahun 2013, penulis diterima di Universitas Hasanuddin melalui jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri) pada Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Pengurus aktif dalam berberapa organisasi di Kelautan diantaranya pengurus Himpunan Mahasiswa Ilmu Kelautan (HMIK) periode 2015-2016, dan Marine Science Diving Club Universitas Hasanuddin (MSDC-UH). Penulis juga pernah menjadi asisten dari mata kuliah Dasar-Dasar Selam.

Penulis menyelesaikan rangkaian tugas akhir, yaitu Kuliah Kerja Nyata (KKN) Reguler Angkatan 93 di Kelurahan Tancung, Kecamatan Tanasitolo, Kabupaten Wajo pada tahun 2016. Kemudian penulis menyelesaikan Praktek kerja Lapang (PKL) di Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau. Sebagai tugas akhir, penulis juga melakukan penelitian dengan judul **“Deteksi Fitoplankton Berpotensi Berbahaya di Perairan Pesisir Laut Kota Makassar”** di bawah bimbingan oleh bapak Dr. Ir. Rahmadi Tambaru, M.Si dan Dr. Yuyu Anugrah La Nafie, ST, M.Sc.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT atas segala anugerah dan kekuatan darinya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Deteksi Fitoplankton Berpotensi Berbahaya (HABs) Di Perairan Pesisir Laut Kota Makassar”**. Skripsi ini disusun untuk keperluan penyelesaian pendidikan pada Program Studi Ilmu Kelautan, jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Selatan.

Skripsi ini dapat diselesaikan atas bimbingan, petunjuk, bantuan, motivasi, kritik dan saran banyak pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Orang tua tercinta, Ayahanda **Junaidi** dan ibunda **Juhani** atas segala doa yang tak pernah henti dan dukungannya untuk menjadi yang lebih baik selalu membuat penulis termotivasi hingga tidak mengenal lelah demi mencapai cita-cita, senantiasa memberi kasih sayang yang begitu berlimpah, serta kesabaran yang begitu tulus dalam bimbingan penulis, terimakasih banyak.
2. Kepada Bapak **Dr. Ir. Rahmadi Tambaru, M.Si** selaku pembimbing utama sekaligus penasehat akademik yang tak hentinya memberikan motivasi serta bimbingan dan arahan selama penelitian dan penyusunan skripsi ini, dan Ibu **Dr. Yuyu Anugrah La Nafie, ST, M.Sc** sebagai pembimbing anggota yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi.
3. Kepada Bapak **Dr. Ir. Muh. Hatta, M.Si, Drs. Sulaiman Gosalam, M.Si**, dan **Dr. Khairul Amri, ST., M.Sc.Stud**, selaku penguji yang telah memberikan kritik dan saran terhadap penyempurnaan skripsi ini.

4. Kepada Bapak **Prof. Dr. Jamaluddin Jompa, M.Sc** selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Bapak **Dr. Mahatma Lamuru, ST, M.Sc** selaku ketua Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin atas segala ilmu yang telah diberikan.
5. Kepada Bapak **Dr. Sahabuddin, SPI.,MP** selaku Kepala Laboratorium Plankton serta para Teknisi Laboratorium Plankton Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau (BPPBAP) Maros yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan pengamatan di Laboratorium.
6. Kepada teman-teman yang begitu banyak membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Teman-teman yang membantu baik dilapangan maupun di Laboratorium **Siti Anisah, M. Safah Thalib, Arfan Hamka, Taufik Hidayat, Bilal Muzammil Salsabil, Abdillah Salihin, Faiz Fachri**, atas bantuannya selama penulisan skripsi.
7. Kepada teman-teman seperjuangan **KELAUTAN 2013 “KERITIS”** yang selalu mendampingi, menyemangati, susah senang bersama, terimakasih atas toleransi yang tinggi dan kerjasama selama ini serta kebersamaannya.
8. Seluruh keluarga mahasiswa Ilmu Kelautan, Penulis banyak belajar tentang rasa persaudaraan, susah senang, canda dan tawa di koridor Ilmu Kelautan bersama kalian dan keluarga **MSDC UH** yang memberikan pengalaman dan ilmu di dunia penyelaman.
9. Kepada **Agung** yang selalu membantu, mendampingi dan menyemangati baik dalam keadaan susah maupun senang, terimakasih atas toleransinya selama ini.
10. Serta semua pihak yang telah membantu penulis selama penyusunan skripsi, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak memiliki kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak guna kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Makassar, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Nomor	Teks	Halaman
	DAFTAR ISI	x
	DAFTAR GAMBAR	xii
	DAFTAR TABEL	xiii
	DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I.	PENDAHULUAN	1
A.	Latar Belakang	1
B.	Tujuan dan Kegunaan.....	3
C.	Rumusan Masalah	3
D.	Ruang Lingkup	4
II.	TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A.	Plankton	5
B.	Fitoplankton.....	5
C.	HABs (Harmful Alga Blooms)	6
D.	Faktor-faktor penyebab HABs	12
E.	Unsur Hara	13
1.	Nitrat (NO_3)	13
2.	Fosfat (PO_4).....	14
F.	Fisika Kimia Perairan	15
1.	Suhu.....	15
2.	Salinitas	16
3.	Derajat Keasaman (pH).....	17
4.	DO (Dissolved Oxygen = Oksigen Terlarut)	18
G.	Kelimpahan Fitoplankton	18
H.	Indeks Keanekaragaman.....	19
I.	Indeks Keseragaman	20
J.	Indeks dominansi	20
III.	METODE PENELITIAN.....	22
A.	Waktu dan Tempat.....	22
B.	Alat dan Bahan.....	23
C.	Rancangan Penelitian atau Penarikan Contoh	24

1. Tahap Persiapan	24
2. Penentuan Stasiun	25
3. Metode Pengambilan Sampel	25
D. Metode Pengukuran Parameter Oseanografi	26
1. Suhu.....	26
2. Salinitas	26
3. Derajat Keasaman (pH).....	26
4. Nitrat	26
5. Fosfat.....	26
6. Oksigen Terlarut (DO)	26
E. Pengukuran Variabel Fitoplanton	27
1. Kelimpahan Fitoplankton.....	27
2. Indeks Keanekaragaman	28
3. Indeks Keseragaman	28
4. Indeks Dominansi	28
F. Analisis Data	29
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	30
B. Parameter Oseanografi	30
1. Nitrat	30
2. Fosfat.....	32
3. Suhu.....	33
4. Salinitas	34
5. pH (Derajat Keasaman).....	34
6. DO (Dissolved Oxygen = Oksigen Terlarut)	35
C. Kelimpahan Fitoplankton	36
D. Fitoplankton Yang Berpotensi Berbahaya (HABs)	38
E. Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Keberadaan HABs	43
F. Indeks Ekologi.....	43
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
A. Kesimpulan	45
B. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
Gambar 1.	Lokasi Pengambilan Sampel.....	22
Gambar 2.	Sebaran Nitrat di Perairan Pesisir Laut Kota Makassar (error bar adalah nilai rata-rata \pm nilai standar deviasi).....	31
Gambar 3.	Sebaran Fosfat di Perairan Pesisir Laut Kota Makassar (error bar adalah nilai rata-rata \pm nilai standar deviasi).....	32
Gambar 4.	Sebaran Suhu di Perairan Pesisir Laut Kota Makassar (error bar adalah nilai rata-rata \pm nilai standar deviasi).....	33
Gambar 5.	Sebaran Salinitas di Perairan Pesisir Laut Kota Makassar (error bar adalah nilai rata-rata \pm nilai standar deviasi).....	34
Gambar 6.	Sebaran pH di Perairan Pesisir Laut Kota Makassar (error bar adalah nilai rata-rata \pm nilai standar deviasi).....	35
Gambar 7.	Sebaran pH di Perairan Laut Pesisir Kota Makassar (error bar adalah nilai rata-rata \pm nilai standar deviasi).....	36
Gambar 8.	Kelimpahan Rata-Rata Fitoplankton Antar Stasiun	37
Gambar 9.	Proporsi Kelimpahan HABs Antar Stasiun	38
Gambar 10.	Proporsi Kelimpahan Fitoplankton HABs	41

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
Tabel 1.	Kelompok, sifat dan jenis mikroalga berbahaya (Wiandnyana, 1996)	7
Tabel 2.	Daftar spesies penyebab HABs yang pernah ditemukan di perairan Indonesia (Wiandnyana, 1996).....	10
Tabel 3.	Peristiwa <i>blooming</i> HABs dan dampaknya di beberapa lokasi di Indonesia (Adnan dan Sidabutar, 2005)	11
Tabel 4.	Tingkat keseragaman	20
Tabel 5.	Alat yang digunakan dalam penelitian	23
Tabel 6.	Bahan yang digunakan dalam penelitian	24
Tabel 7.	Hasil perhitungan indeks ekologi Komunitas Fitoplankton di perairan laut Kota Makassar	44

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
Lampiran 1.	Data Kelimpahan Fitoplankton	51
Lampiran 2.	Data kelimpahan fitoplankton HABs.....	52
Lampiran 3.	Data Parameter Oseanografi	53
Lampiran 4.	Uji (One Way Anova) kelimpahan fitoplankton antar stasiun	53
Lampiran 5.	Uji Korelasi (Pearson Product Moment) kelimpah fitoplakton dengan parameter fisika kimia	56
Lampiran 6.	Fitoplankton yang berpotensi HABs di perairan laut Kota Makassar	57
Lampiran 7.	Dokumentasi Pengukuran Parameter dan Pengambilan Sampel	58

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Fitoplankton merupakan tumbuhan yang melayang di laut, ukurannya sangat kecil, hanya dapat dilihat menggunakan mikroskop dengan ukuran paling umum berkisar antara 2-200 μm . Fitoplankton mempunyai peranan penting di laut karena bersifat autotrofik yang dapat menghasilkan makanan sendiri. Meskipun ukurannya kecil, organisme ini dapat merubah warna pada air laut jika bertumbuh dengan sangat lebat dan padat. Fitoplankton jenis Diatom (Bacillariophyceae) dan Dinoflagellata (Dinophyceae) adalah dua kelompok yang sangat umum dijumpai terutama di perairan tropis (Nontji, 2006).

Fitoplankton dapat mengalami pertumbuhan yang cepat dan berpotensi merugikan jika ditunjang nutrien yang tinggi dalam suatu perairan. Pada perkembangannya, jenis-jenis yang berpotensi berbahaya sering diistilahkan dengan HABs (*Harmfull Algae Blooms*).

HABs merupakan istilah yang digunakan pada jenis fitoplankton yang pertumbuhannya sangat padat di perairan laut atau payau yang dapat menyebabkan kematian massal ikan, mengkontaminasi makanan bahari (*seafood*) dengan toksin/racun yang diproduksi. Namun, tidak semua ledakan populasi jenis fitoplankton memproduksi toksin atau racun. Ledakan populasi jenis fitoplankton non-toksik dapat pula berbahaya setelah terjadi kematian massal pada jenis ini sebab didekomposisi oleh bakteri. Dalam proses dekomposisi itu, bakteri mengkonsumsi oksigen yang tinggi sampai menyebabkan oksigen terlarut dalam badan perairan mengalami pengurangan bahkan habis terkuras. Hal ini dapat menimbulkan perairan dalam kondisi anoksik.

Fitoplankton yang berpotensi menimbulkan HABs di Indonesia terdeteksi sekitar 30 jenis yang patut diwaspadai (Praseno dan Sugestiningih, 2000). Secara normatif memang sering disebut bahwa HABs yang dipicu akibat pengayaan nutrisi dari daratan. Aktivitas manusia dan aliran sungai membawa partikulat dari daratan berupa sedimen dan bahan organik kemudian masuk ke dalam laut, akibatnya terjadi eutrofikasi (kondisi nutrisi yang tinggi). Demikian pula dengan adanya proses *upwelling* yang mengangkat massa air yang kaya unsur hara dan adanya hujan lebat memasuki perairan laut dalam jumlah besar.

Di Indonesia kejadian HABs sudah sering terjadi yang menyebabkan kematian massal ikan beserta kasus keracunan dan kematian manusia. Salah satu contoh kasus seperti yang terjadi di Flores pada tahun 1983 menyebabkan 240 orang keracunan dan 4 orang meninggal setelah memakan ikan selar. Selain itu juga pernah terjadi di perairan pesisir laut kota Makassar pada bulan Agustus 1987 menyebabkan 4 orang meninggal setelah memakan kerang, *Meritix meritix*. Ledakan fitoplankton juga terjadi di perairan Teluk Jakarta yang mulai terdeteksi sejak tahun 1970-an walau baru pada areal tertentu saja. Ledakan fitoplankton dengan cakupan perairan yang luas sepanjang 5 kilometer (km) tercatat pada tahun 1988, dan semakin luas dengan cakupannya mencapai 12 km pada teluk ini di tahun 1992. Pada tahun 2000-an, ledakan fitoplankton sudah mencakup hampir seluruh kawasan Teluk Jakarta (Adnan dan Subair, 2005). Semua peristiwa sebagaimana dijelaskan terdeteksi dipicu karena adanya konsentrasi nutrisi yang tinggi.

Salah satu perairan pesisir laut yang diduga banyak mengandung nutrisi yang tinggi adalah perairan pesisir laut kota Makassar. Untuk diketahui, perairan ini banyak dipengaruhi oleh proses *antropogenik* berupa industri dan aktivitas rumah tangga sehingga dimungkinkan memiliki konsentrasi nutrisi yang tinggi. Beberapa hasil

penelitian melaporkan bahwa perairan pesisir laut kota Makassar sudah masuk kategori eutrofik, salah satunya adalah hasil penelitian yang dilaksanakan oleh Faizal, *dkk* (2012) yang melaporkan bahwa konsentrasi nutrisi dalam hal ini nitrat sudah cukup tinggi yaitu 418 µg/L demikian pula konsentrasi fosfat sudah mencapai 18,91 µg/L.

Tingginya konsentrasi nutrisi sebagaimana yang dijelaskan diatas akan dapat merangsang pertumbuhan fitoplankton melampaui batas normal. Dapat saja fitoplankton yang berkembang adalah jenis-jenis yang berpotensi HABs pada perairan pesisir laut kota Makassar. Untuk itu, telah dilakukan penelitian untuk mendeteksi keberadaan jenis fitoplankton terutama yang berpotensi berbahaya (HABs) beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya di perairan pesisir laut kota Makassar.

B. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi fitoplankton yang berpotensi berbahaya (HABs) di perairan pesisir laut Kota Makassar. Diharapkan penelitian ini menjadi sumber dan bahan informasi tentang jenis fitoplankton yang berpotensi berbahaya (HABs) di perairan laut Kota Makassar.

C. Rumusan Masalah

1. Menganalisis faktor penyebab jenis fitoplankton berbahaya berlimpah di perairan laut Kota Makassar.
2. Mendeteksi jenis-jenis fitoplankton yang berpotensi berbahaya (HABs) di perairan laut Kota Makassar.

D. Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian ini meliputi pengambilan sampel di lapangan dan selanjutnya diidentifikasi di laboratorium, pencacahan fitoplankton berbahaya, pengukuran beberapa parameter fisika-kimia yaitu suhu, salinitas, nitrat dan fosfat, pH, konsentrasi oksigen terlarut, dan menghitung indeks ekologi fitoplankton (indeks keanekaragaman, indeks dominansi, dan indeks keseragaman).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Plankton

Plankton berasal dari bahasa Yunani yang mempunyai arti mengapung, plankton biasanya mengalir bersama arus laut. Plankton juga biasanya disebut biota yang hidup di mintakat pelagik dan mengapung, hanyut atau berenang sangat lincah, artinya mereka tidak dapat melawan arus. Ukuran plankton sangat beranekaragam dari yang terkecil yang disebut Ultraplankton dengan ukuran $<0,005 \mu\text{m}$, Nanoplankton yang berukuran $60\text{-}70 \mu\text{m}$, dan Netplankton yang dapat berukuran beberapa millimeter dan dapat dikumpulkan dengan jaring plankton. Makro plankton berukuran besar baik berupa tumbuhan ataupun hewan (Romimohtarto dan Juwana, 2005).

Plankton adalah setiap organisme hanyut (hewan, tumbuhan, archaeae, atau bakteri) yang menempati zona pelagik samudera, laut, atau air tawar. Plankton memiliki peranan ekologis sangat penting dalam menunjang kehidupan di perairan. Tapi jika pertumbuhannya tidak terkendali akan merugikan (Arinardi, 1997). Secara fungsional, plankton dapat digolongkan menjadi empat golongan utama yakni fitoplankton, zooplankton, bakterioplankton, dan virioplankton.

B. Fitoplankton

Fitoplankton (dari bahasa Yunani, atau tumbuhan), autotrofik, prokariotik atau eukariotik alga yang hidup dekat permukaan air dimana ada cahaya yang cukup untuk dukungan fotosintesis. Diantara kelompok-kelompok lebih penting adalah diatom, cyanobacteria, dinoflagellates dan coccolithophores (Sunarto, 2010). Fitplankton menurut Davis (1951) adalah mikroorganisme nabati yang hidup melayang-layang di

dalam air, relatif tidak mempunyai daya gerak sehingga keberadaannya dipengaruhi oleh gerakan air serta mampu berfotosintesis (Tambaru & Samawi, 2002).

Fitoplankton merupakan tumbuhan yang melayang di laut, ukurannya sangat kecil, tidak dapat dilihat secara kasat mata. Hanya dapat dilihat menggunakan mikroskop, ukuran paling umum berkisar antara 2-200 μm . Fitoplankton mempunyai peranan penting di laut, karena bersifat autotrofik, yakni dapat menghasilkan sendiri makanannya. Sehingga menjadi sumber energi yang menghidupkan seluruh fungsi ekosistem di laut. meskipun ukurannya halus namun bila mereka tumbuh sangat lebat dan padat bisa menyebabkan perubahan pada warna air laut yang mudah terlihat. Kelompok fitoplankton yang sangat umum dijumpai di perairan tropis adalah diatom (Bacillariophyceae), dan dinoflagellata (Dinophyceae) (Nontji, 2006).

C. HABs (Harmful Alga Blooms)

Istilah HABs kini menjadi istilah yang digunakan di dunia internasional yang merupakan singkatan dari *Harmful Alga Blooms*. HABs adalah istilah generik yang digunakan untuk mengacu pada pertumbuhan lebat populasi fitoplankton jenis-jenis tertentu di laut atau di perairan payau yang dapat menimbulkan kerugian dan menyebabkan kematian massal ikan, mengkontaminasi makanan bahari (*seafood*) dengan toksin (racun yang diproduksi oleh fitoplankton), dan mengubah ekosistem sedemikian rupa yang dipersiapkan oleh manusia sebagai mengganggu (*harmful*) (Nontji, 2006).

Sebenarnya di antara ribuan jenis fitoplankton yang telah dikenal, hanya beberapa saja yang berbahaya, dan patut diwaspadai, karena tidak semua jenis plankton yang populasinya meledak itu memproduksi toksin atau racun. Meskipun demikian ledakan populasi non-toksik ini bisa juga berbahaya bila setelah mati massal

akan terurai oleh bakteri. Dalam proses penguraian ini diperlukan konsumsi oksigen yang tinggi hingga dapat membuat oksigen yang terlarut dalam air akan habis terkuras, dan menimbulkan kondisi anoksik, kehabisan oksigen. Ketiadaan oksigen inilah yang dapat mengancam kehidupan biota seperti ikan dan hewan laut lainnya (Nontji, 2006).

Menurut Wiadnyana (1996), terdapat tiga kelompok mikroalga berbahaya (Tabel 1), yang merupakan fitoplankton mikroskopik terdiri dari:

1. Tipe yang membahayakan biota laut, akibat terjadinya penurunan oksigen terlarut atau disebut spesies "*Anoxious*".
2. Tipe yang membahayakan biota laut, karena dapat menghasilkan racun pada umumnya berasal dari kelompok Dinoflagellata.
3. Tipe yang membahayakan biota laut, karena merusak dan menyumbat sistem pernafasan (rusaknya insang).

Tabel 1. Kelompok, sifat dan jenis mikroalga berbahaya (Wiadnyana, 1996)

Kelompok	Sifat	Contoh Spesies
<i>Anoxious</i>	Kurang berbahaya, ledakan terjadi pada kondisi tertentu dapat berkembang sangat padat menyebabkan penurunan kadar oksigen yang drastis dan kematian massal ikan vertebrata.	Dinoflagellata - <i>Gonyaulax polygramma</i> - <i>Nocticula scientillans</i> - <i>Scrippsiella trochoidea</i> Cyanobacterium - <i>Trichodesmium erythraeum</i>

Lanjutan tabel 1.

Kelompok	Sifat	Concoch Spesies
Beracun	Beracun berat: menyebabkan berbagai macam penyakit perut dan system syaraf:	
	- <i>Paralytic Shellfish Poisoning (PSP)</i>	Dinoflagellata <ul style="list-style-type: none"> - <i>Alexandrium acatenella</i> - <i>Alexandrium catenella</i> - <i>Alexandrium cohorticula</i> - <i>Alexandrium fundyense</i> - <i>Alexandrium minutum</i> - <i>Alexandrium tamarense</i> - <i>Gymnodinium catenatum</i> - <i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>Compressum</i>
	- <i>Diarrhetic Shellfish Poisoning (DSP)</i>	Dinoflagellata <ul style="list-style-type: none"> - <i>Dinophysis acuta</i> - <i>Dinophysis acuminata</i> - <i>Dinophysis fortii</i> - <i>Dinophysis norvegica</i> - <i>Dinophysis mitra</i> - <i>Dinophysis rotundata</i> - <i>Prorocentrum lima</i>
	- <i>Amnesic Shellfish Poisoning (ASP)</i>	Diatom <ul style="list-style-type: none"> - <i>Nitzschia pungens</i> f. <i>multiseries</i> - <i>Nitzschia pseudodelicatissima</i> - <i>Nitzschia pseudoseriata</i>
	- <i>Ciguatera Fishfood Poisoning (CFP)</i>	Dinoflagellata <ul style="list-style-type: none"> - <i>Gambierdiscus toxicus</i> - <i>Ostreopsis</i> spp.

Lanjutan tabel 1.

Kelompok	Sifat	Concoch Spesies
	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Neurotoxic Shellfish Poisoning</i> (NSP) - <i>Racun Cyanobacterium</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Prorocentrum</i> spp. Dinoflagellata <ul style="list-style-type: none"> - <i>Gymnodinium breve</i> Cyanobacterium <ul style="list-style-type: none"> - <i>Anabaena flos-aquae</i> - <i>Microcytis aeruginosa</i> - <i>Nodularia spumigena</i>
Perusak sistem pernafasan	Tidak secara fisik mengganggu system pernafasan avertebrata dan ikan karena penyumbatan, terutama di waktu kepadatan tinggi.	Diatom <ul style="list-style-type: none"> - <i>Chaetoceros convolutes</i> Dinoflagellata <ul style="list-style-type: none"> - <i>Gymnodinium mikimotoi</i> Prymnessiophyta <ul style="list-style-type: none"> - <i>Crysocromulina polylepis</i> - <i>Crysocromulina leadbeateri</i> - <i>Prymaesium parvum</i> - <i>Prymaesium patelliferum</i> Raphidophyta <ul style="list-style-type: none"> - <i>Heterosigma akashiwo</i> - <i>Chattonella antiqua</i>

Meningkatnya hubungan perdagangan yang mengakibatkan meningkatkan keluar dan masuknya kapal-kapal niaga dari dan ke wilayah Indonesia, maka dampak yang dapat ditimbulkan dari hal ini adalah meningkatnya peluang meluasnya penyebaran spesies-spesies mikroalga berbahaya dari satu perairan ke perairan lain melalui pembuangan air balas (Wiadnyana, 1996). Informasi tentang spesies penyebab HABs, bahaya serta lokasi penemuan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar spesies penyebab HABs yang pernah ditemukan di perairan Indonesia (Wiandnyana, 1996)

No	Spesies Fitoplankton	Lokasi Penemuan	Bahaya yang ditimbulkan
1	<i>Alexandrium</i> sp.	Teluk Ambon	PSP (<i>Paralytic Shellfish Poisoning</i>)
2	<i>Ceratium fucus</i>	Teluk Jakarta, Teluk bayur (Sumatera Barat), Ujung Pandang, Flores Timur (NTT), Kalimantan Timur	Kematian massal biota laut akibat terjadinya penurunan kadar oksigen, serta terjadinya kematian massal invertebrata
3	<i>Ceratium tripos</i>	Teluk Jakarta, Flores Timur	Kematian massal biota laut akibat penurunan oksigen
4	<i>Dinophysis acuminata</i>	Teluk Jakarta, Kuala Tungkal (Jambi)	DSP (<i>Diarrhetic Shellfish Poisoning</i>)
5	<i>Dinophysis acuta</i>	Teluk Jakarta	DSP (<i>Diarrhetic Shellfish Poisoning</i>)
6	<i>Dinophysis acudata</i>	Teluk Jakarta, Kuala Tungkal (Jambi), Lampung, Flores Timur	DSP (<i>Diarrhetic Shellfish Poisoning</i>)
7	<i>Dinophysis miles</i>	Teluk Jakarta, Teluk Bayar, Flores Timur	DSP (<i>Diarrhetic Shellfish Poisoning</i>)
8	<i>Dinophysis ovum</i>	Teluk Jakarta, Flores Timur	DSP (<i>Diarrhetic Shellfish Poisoning</i>)
9	<i>Dinophysis rotundata</i>	Teluk Jakarta	DSP (<i>Diarrhetic Shellfish Poisoning</i>)
10	<i>Gambierdiscus toxicus</i>	Flores Timur, Pulau Tiga, (Maluku)	CFP (<i>Ciguatera Fishfood Poisoning</i>)
11	<i>Gonyaulax diagenesis</i>	Teluk Jakarta	PSP (<i>Paralytic Shellfish Poisoning</i>)
12	<i>Gonyaulax polyendra</i>	Ujung Pandang	PSP (<i>Paralytic Shellfish Poisoning</i>)
13	<i>Gonyaulax polygramma</i>	Teluk Jakarta	Kematian massal biota laut karena kekurangan oksigen
14	<i>Gonyaulax</i> sp.	Teluk Jakarta, Flores Timur	Toksin PSP (<i>Paralytic Shellfish Poisoning</i>)
15	<i>Gymnodinium pulchellum</i>	Tambak Kamal (Jakarta)	Kematian massal udang
16	<i>Gymnodinium</i> sp.	Flores Timur, Teluk Elpaputih (Maluku)	Toksin DSP, Kematian ikan akibat terjadi penyumbatan pada insang

Lanjutan tabel 2.

No	Spesies Fitoplankton	Lokasi Penemuan	Bahaya yang ditimbulkan
17	<i>Noctiluca scintillans</i>	Tambak Kamal (Jakarta)	Belum dampak
18	<i>Ostreopsis</i> sp.	Teluk Ambon	CFP (<i>Ciguatera Fishfood Poisoning</i>)
19	<i>Prorocentrum lima</i>	Teluk Jakarta, Flores Timur, Ujung Pandang	DSP (<i>Diarrhetic Shellfish Poisoning</i>)
20	<i>Pseudonitzschia pungens</i>	Teluk Jakarta, Flores Timur, Ujung Pandang	DSP (<i>Diarrhetic Shellfish Poisoning</i>)
21	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>Compressum</i>	Teluk Kao (Maluku), Teluk Ambon, Teluk Tuhaa (Maluku), Teluk Elpaputih (Maluku), Biak, Sorong, Teluk Jakarta	PSP (<i>Paralytic Shellfish Poisoning</i>)
22	<i>Trichodesmium thiebautii</i>	Lampung, Teluk Jakarta	Kematian massal biota laut akibat terjadi penurunan kadar oksigen
23	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	Teluk Kao, Teluk Ambon	Belum berdampak

Adapun informasi tentang daftar peristiwa *blooming* HABs dan dampaknya di perairan Indonesia disajikan pada tabel 3 (Adnan dan Sidabutar, 2005).

Tabel 3. Peristiwa *blooming* HABs dan dampaknya di beberapa lokasi di Indonesia (Adnan dan Sidabutar, 2005)

Tahun	Lokasi	HABs	Dampaknya (biota yang dikonsumsi)
November 1983	Selat Lewotobi, Desa Wulanggitang, Flores Timur	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>Compressum</i>	240 orang keracunan, 4 orang meninggal (ikan selar)
Juli 1987	Ujung Pandang	<i>Pyrodinium bahamense</i>	4 orang meninggal (kerang, <i>Meritrix meritrix</i>)
9 Januari 1988	Nunukan, P. sebatik Selatan, Kaltim	<i>Pyrodinium bahamense</i>	65 orang keracunan, 2 orang meninggal (kerang, <i>Meritrix meritrix</i>)

Lanjutan tabel 3.

Januari 1985	Pantai Binaria, Ancol	<i>Noctiluca scintillans</i>	Kematian massal ikan
Tahun	Lokasi	HABs	Dampaknya (biota yang dikonsumsi)
April-November 1991	Pantai timur lampung, P. Pari, Kep. Seribu	<i>Tridesmium erythraeum</i>	Kematian massal udang windu, dan ikan bandeng
1994	Teluk Ambon	<i>Pyrodinium bahamense</i> var. <i>Compressum</i>	Beberapa orang menderita, 3 orang meninggal
Oktober-November 1999	P. Pari, Kepulauan Seribu	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	Ikan menjadi langka
September 1999	Perairan Kalimantan Timur	<i>Trichodesmium thiebautii</i>	Ikan menjadi langka
Mei 1999	Muara Membrano, Irian Jaya	<i>Trichodesmium thiebautii</i>	Ikan menjadi langka
Oktober 2000	Sulawesi Utara	<i>Trichodesmium thiebautii</i>	Ikan menjadi langka

D. Faktor-faktor penyebab HABs

Terdapat tiga faktor yang menyebabkan terjadinya *blooming* HABs (Wiadnyana, 1995)

1. *Eutrofikasi* atau pengkayaan unsur hara fosfat dan nitrat
2. Adanya kista di dasar perairan yang terangkat ke lapisan permukaan melalui dua mekanisme, yaitu :
 - a. Mekanisme melalui naiknya massa air (*upwelling*)
 - b. Mekanisme akibat pengaruh gempa tektonik
3. Bersifat biologis, yang artinya bahwa kurang adanya predator sebagai pemangsa spesies penyebab HABs. Sebagai contoh populasi *Pyrodinium*, yang kurang dimangsa dalam waktu singkat dapat mencapai kepadatan yang sangat tinggi, yaitu lebih dari satu juta sel/ Liter.

Selain faktor di atas, ledakan spesies penyebab HABs juga dipengaruhi oleh musim, seperti di daerah Teluk Kao. Pada daerah ini perubahan cuaca sangat cepat, setelah hujan lebat berhenti, kemudian diikuti oleh terik matahari, sehingga dapat menyebabkan turunnya nilai kadar garam dan tingginya suhu air permukaan, kondisi seperti ini yang akan mendukung untuk terjadinya *blooming* spesies penyebab HABs (Wiadnyana *et al.*, 1994).

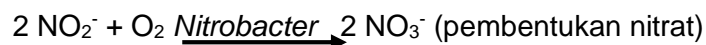
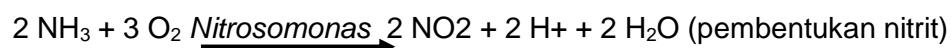
E. Unsur Hara

1. Nitrat (NO_3)

Nitrat merupakan bentuk utama dari nitrogen di perairan yang berfungsi bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat sangat mudah larut di air dan bersifat stabil, dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Menurut Sanusi (2006) spesiasi N di laut yang tergolong nutrien yaitu NO_3^- dan NO_2^- , bentuk dari spesiasi N di laut tergantung keberadaan oksigen terlarut (*dissolved oxygen*).

Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrient utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi amonia menjadi nitrat dan nitrit oleh proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung pada kondisi aerob. Oksidasi nitrat menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas*, sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh bakteri kemotrofik, yaitu bakteri *Nitrobacter*. Kedua jenis bakteri tersebut merupakan bakteri kemotrofik, yaitu bakteri yang mendapatkan energi dari proses kimiawi (Effendi, 2000).

Reaksi nitrifikasi:



Kedua jenis bakteri tersebut merupakan bakteri kemotrofik yaitu bakteri yang mendapatkan energi dari proses kimiawi. Kadar nitrat di perairan alami biasanya jarang melebihi 0,1 mg/l. Kadar nitrat melebihi 0,2 mg/l dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (pengayaan) perairan yang selanjutnya memicu pertumbuhan alga dan tumbuhan air secara pesat (*blooming*). Nitrat tidak bersifat toksik bagi organisme akuatik (Effendi, 2000).

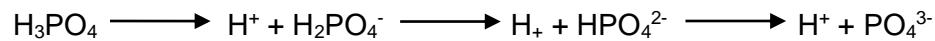
Nitrogen merupakan unsur yang sangat penting bagi pertumbuhan fitoplankton dan merupakan salah satu unsur utama dalam pembentukan protein. Selain itu juga diperlukan dalam proses fotosintesis yang diserap dalam bentuk nitrat, kemudian diubah menjadi protein dan selanjutnya menjadi sumber makanan bagi ikan (Koesoebiono, 1981). Menurut Mackentum (1969), untuk pertumbuhan optimal fitoplankton memerlukan konsentrasi nitrat pada kisaran 0,9 – 3,5 mg/l.

2. Fosfat (PO_4)

Fosfat merupakan salah satu unsur hara yang penting bagi pertumbuhan fitoplankton dalam jumlah yang berlebih fosfat dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi. Fosfat adalah bentuk fosfor yang dimanfaatkan oleh tumbuhan (Efendi, 2000). Sumber utama fosfat terutama berasal dari pelapukan batuan (*weathering*), limbah organik seperti deterjen dan hasil degradasi bahan organik.

Fosfat di perairan ditemukan dalam bentuk ortofosfat, polifosfat dan fosfat organik (Odum, 1971). Fosfat dalam bentuk orto-P merupakan nutrisi yang dibutuhkan oleh produktivitas primer (Sanusi, 2006). Menurut Romimohtarto (2001), ortofosfat dihasilkan dari proses pemecahan fosfat organik oleh bakteri dari jaringan yang sedang membusuk.

Dalam perairan laut fosfat akan mengalami hidrolisis membentuk orto-P dengan reaksi kesetimbangan sebagai berikut (Sanusi, 2006):



Pada salinitas 35‰ pH:8,0 dan suhu 20° C reaksi di atas akan menghasilkan 1% H_2PO_4^- , 87% HPO_4^{2-} dan 12% PO_4^{3-} . Fosfat sangat dibutuhkan baik oleh fitoplankton maupun oleh tanaman yang hidup di laut untuk pertumbuhannya (Rahardjo dan Harpasis, 1982). Menurut Wardoyo (1975) bahwa konsentrasi fosfat yang optimum untuk pertumbuhan fitoplankton berkisar antara 0.09 mg/liter – 1.80 mg/Liter. Berdasarkan kadar fosfat total, perairan diklasifikasikan menjadi 3 yaitu perairan dengan tingkat kesuburan rendah, yang memiliki kadar fosfat total berkisar antara 0 – 0.002 mg/L: perairan dengan tingkat kesuburan sedang memiliki kadar fosfat total 0.021- 0.05 mg/l dan perairan dengan tingkat kesuburan tinggi yang memiliki kadar fosfat total 0.051-0.1 mg/l (Efendi,2002).

F. Fisika Kimia Perairan

1. Suhu

Suhu air laut merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan bagi organisme di laut karena sangat mempengaruhi baik aktivitas metabolisme maupun perkembangbiakan dari organisme-organisme tersebut (Hutabarat dan Evans, 1985). Sebagai perairan tropis, perubahan (variasi) suhu air laut Indonesia sepanjang tahun tidak besar. Suhu permukaan laut berkisar antara 27°C – 32°C (Syamsuddin, 2014).

Suhu merupakan salah satu faktor fisik yang mempengaruhi terjadinya *blooming* organisme HABs kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan yaitu 20°C - 30°C. Algae dari filum Chlorophyta dan diatom akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu berturut-turut 30 - 35°C. Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan laut (*altitude*), waktu dalam satu hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman dari badan air .

Diatom tumbuh lebih pesat baik pada suhu yang relatif rendah jika dibandingkan dengan pada suhu yang tinggi. Jika suhu naik maka laju metabolisme air juga akan naik sehingga kebutuhan oksigen terlarut bagi organisme perairan meningkat dua kali lipat adanya kenaikan suhu 10°C (Effendi, 2000).

Menurut Nontji (2006), suhu dapat memengaruhi fotosintesis baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Pengaruh secara langsung karena reaksi kimia enzimatik yang berperan dalam proses fotosintesis. Pengaruh secara tidak langsung karena suhu akan menentukan struktur hidrologis suatu perairan dimana fitoplankton berada. Salah satu faktor yang mempengaruhi suhu adalah curah hujan dan intensitas matahari.

2. Salinitas

Nybakken (1988) menyatakan bahwa salinitas adalah garam-garam terlarut dalam 1 kg air laut dan dinyatakan dalam satuan per seribu. Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai. Perairan dengan tingkat curah hujan tinggi dan dipengaruhi oleh aliran sungai memiliki salinitas yang rendah sedangkan perairan yang memiliki penguapan yang tinggi, salinitas perairannya tinggi. Selain itu pola sirkulasi juga berperan dalam penyebaran salinitas disuatu perairan. Secara vertikal nilai salinitas air laut akan semakin besar dengan bertambahnya kedalaman. Di perairan laut lepas, angin sangat menentukan penyebaran salinitas secara vertikal. Pengadukan di dalam lapisan permukaan memungkinkan salinitas menjadi homogen. Terjadinya *upwelling* yang mengangkat massa air bersalinitas tinggi di lapisan dalam juga mengakibatkan meningkatnya salinitas permukaan perairan (Aryawati, 2007).

Salinitas berpengaruh terhadap perkecambahan kista HABs. Pada kondisi cuaca dengan curah hujan dan penyinaran matahari yang tinggi merupakan indikasi terjadinya *blooming* HABs (Romimohtarto, 2001). Kisaran salinitas yang masih dapat ditoleransi oleh fitoplankton pada umumnya berkisar antara 10 – 40 ppt (Raymont, 1980).

3. Derajat Keasaman (pH)

pH merupakan salah satu parameter penting dalam memantau kualitas perairan, seringkali dijadikan petunjuk untuk menyatakan baik buruknya suatu perairan, dan indikator mengenai kondisi keseimbangan unsur-unsur kimia (hara dan mineral) di dalam ekosistem perairan. pH mempengaruhi ketersediaan unsur-unsur kimia dan ketersediaan mineral yang dibutuhkan oleh hewan akuatik sehingga pH dalam suatu perairan dapat dijadikan indikator produktifitas perairan. pH air dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yakni aktivitas biologi, masukan air limbah, suhu, fotosintesis, respirasi, oksigen terlarut dan kelarutan ion-ion dalam air. perairan laut, baik laut lepas maupun pesisir memiliki pH relatif lebih stabil (sekitar 7,7 – 8,4) oleh adanya kapasitas penyangga (*buffer capacity*). Penyangga tersebut disebabkan oleh konsentrasi garam-garam karbonat dan bikarbonat. Derajat keasaman (pH) yang ideal untuk kehidupan fitoplankton berkisar antara 6,5 – 8,0. (Syamsuddin, 2014).

Benerja (1976) mengatakan bahwa suatu perairan dengan pH 5,5 – 6,5 termasuk perairan yang tidak produktif, pH 6,5 – 7,5 termasuk perairan yang produktif, perairan dengan pH yang lebih besar dari 8,5 dikategorikan sebagai perairan yang tidak produktif lagi. Derajat keasaman (pH) diduga berpengaruh terhadap perkecambahan kista HABs, menurut Haryati (1987) pH merupakan salah satu *Artemia salina*. *Artemia*

salina yang merupakan zooplankton yang memiliki fase dorman dalam siklus hidupnya.

4. DO (*Dissolved Oxygen* = Oksigen Terlarut)

Oksigen terlarut merupakan parameter hidrobiologis yang sangat penting karena keberadaannya menentukan hidup matinya organisme. Oksigen terlarut di perairan dihasilkan melalui proses fotosintesis oleh fitoplankton serta produsen lainnya. Selain itu oksigen terlarut juga berasal dari atmosfer yang dapat masuk secara difusi melalui lapisan udara-air (*air-sea interface layer*) karena adanya perbedaan tekanan parsial dari gas tersebut (Sanusi, 2006). Konsentrasi DO di perairan yang dapat ditolerir oleh organisme akuatik terutama fitoplankton adalah tidak kurang dari 5 mg/l (Boyd, 1982). Menurut PP No. 82 tahun 2001, batas minimal konsentrasi DO perairan untuk kategori kelas III (perikanan) yaitu 4 mg/l. Kelarutan oksigen 2 mg/l sudah cukup untuk mendukung kehidupan fitoplankton selama perairan tersebut tidak mengandung bahan-bahan yang bersifat toksik (Efendi, 2002).

G. Kelimpahan Fitoplankton

Kelimpahan fitoplankton diartikan sebagai jumlah individu fitoplankton per satuan volume air yang biasanya dinyatakan dalam jumlah individu atau sel fitoplankton/m³ atau per liter air (Sachlan, 1972). Davis (1955) menyimpulkan bahwa meledaknya kelimpahan populasi fitoplankton suatu spesies disebabkan oleh adanya rangsangan dari organisme tersebut dan ditunjang oleh faktor lingkungan. Adapun beberapa faktor penting yang mempengaruhi variasi kelimpahan fitoplankton dan produksi fitoplankton yakni curah hujan yang membawa zat hara dari darat ke laut melalui sungai, adanya pengadukan yang disebabkan oleh angin yang kuat sehingga zat hara yang ada di dasar terbawa ke atas. Hal ini terjadi di laut dangkal, siang di laut dalam dengan

adanya suatu proses *upwelling* dapat membawa zat hara tertimbun di lapisan bawah permukaan.

Berdasarkan kelimpahan, pada umumnya fitoplankton yang mendominasi seluruh perairan di dunia adalah Diatom yang termasuk dalam kelas Bacillariophyceae. Kelompok ini merupakan komponen fitoplankton yang paling umum di jumpai di laut diperkirakan di dunia ada sekitar 1400-1800 jenis diatom, tetapi tidak semua hidup sebagai plankton. Kemudian fitoplankton yang sangat umum ditemukan di laut setelah diatom yaitu Dinoflagellata yang termasuk dalam kelas Dinophyceae. Dinoflagellata ini umumnya melimpah di perairan tropis (Nontji, 2006).

Keragaman kelimpahan fitoplankton dipengaruhi oleh faktor suhu, salinitas, pH, oksigen, nitrat, dan fosfat, atau oleh kombinasi dari faktor-faktor lingkungan tersebut, dan nutrisi merupakan faktor paling dominan dalam mempengaruhinya. Hal ini dapat memicu terjadinya HABs (Mujib, 2015).

H. Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman atau diversiti indeks diartikan sebagai suatu gambaran secara matematik yang melukiskan struktur masyarakat kehidupan. Indeks keanekaragaman akan mempermudah dalam menganalisa informasi-informasi mengenai jumlah individu dan jumlah spesies suatu organisme. Sedikit atau banyaknya spesies yang terdapat dalam suatu contoh air akan mempengaruhi indeks keanekaragamannya, meskipun nilai ini sangat bergantung pula dari jumlah individu masing-masing spesies. Keanekaragaman fitoplankton yang besar, sangat penting bagi organisme yang menjadikannya sebagai bahan makanan (Pasengo, 1995). Indeks keanekaragaman dapat dijadikan petunjuk seberapa besar tingkat pencemaran suatu perairan (Kaswadji, 1976). Nilai indeks keanekaragaman di

perairan yang ditemukan oleh Wilhm & Dorris (1968 *dalam* Masson, 1981) bahwa nilai $H' \leq 1$ termasuk keanekaragaman rendah dan $1 \leq H' \leq 3,000$ adalah keanekaragaman sedang dan kestabilan komunitas sedang.

I. Indeks Keseragaman

Dalam suatu komunitas, pemerataan individu tiap spesies dapat diketahui dengan menghitung indeks keseragaman. Indeks keseragaman ini merupakan suatu angka yang tidak bersatuan, yang besarnya antara 0 - 1 (Tabel 4), semakin kecil nilai indeks keseragaman, semakin kecil pula keseragaman suatu populasi, berarti penyebaran jumlah individu tiap spesies tidak sama dan ada kecenderungan bahwa suatu spesies mendominasi populasi tersebut. Sebaliknya semakin besar nilai indeks keseragaman, maka populasi menunjukkan keseragaman, yang berarti bahwa jumlah individu tiap spesies boleh dikatakan sama atau merata (Pasengo, 1995)

Tabel 4. Tingkat keseragaman

$0 \leq E \leq 0,4$	Keseragaman rendah, kekayaan individu yang di miliki oleh masing-masing jenis jauh berbeda, kondisi lingkungan tidak stabil kerana mengalami tekanan
$0,4 < E \leq 0,6$	Keseragaman sedang, kondisi lingkungan tidak terlalu stabil
$0,6 < E \leq 1,0$	Keseragaman tinggi, Jumlah individu pada masing-masing jenis relatif sama, perbedaannya tidak terlalu mencolok, kondisi lingkungan stabil

J. Indeks dominansi

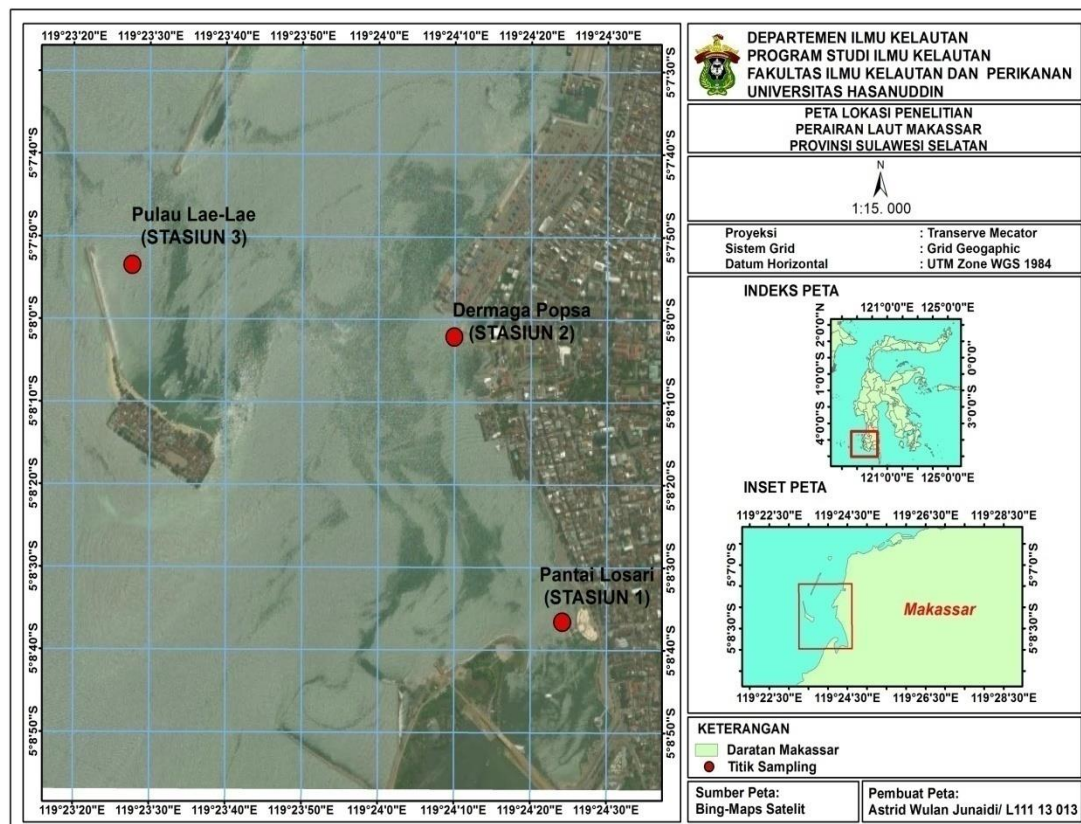
Analisis indeks plankton digunakan untuk melihat ada tidaknya suatu jenis plankton yang mendominasi dalam suatu jenis populasi plankton. Indeks dominansi yang digunakan yaitu indeks Simpson dengan kisaran 0 - 1. Nilai indeks yang mendekati 1 menunjukkan adanya dominansi yang tinggi dan sebaliknya nilai indeks

dominansi mendekati 0 menunjukkan dominansi rendah atau tidak ada yang mendominasi (Rahmatullah dan Karina 2016).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret - Juni 2017 yang berlokasi di wilayah pesisir laut kota Makassar, Sulawesi Selatan. Kegiatan ini meliputi pengambilan sampel air di lapangan, identifikasi sampel fitoplankton di Laboratorium Plankton, Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau (BPPBAP) Maros. Kemudian diadakan , analisis data penelitian dan penyusunan laporan akhir.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

B. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6 sebagai berikut:

Tabel 5. Alat yang digunakan dalam penelitian

Alat	Kegunaan
Plankton net No 25	Menyaring fitoplankton
Ember vol 10 L	Mengambil Air sampel
Botol sampel	Wadah sampel
Thermometer	Mengukur suhu
GPS	Penentuan posisi
pH meter	Mengukur derajat keasaman
Salinometer	Mengukur salinitas
Spektrofotometer	Untuk mengukur kadar nitrat dan fosfat
Perahu	Sarana transportasi untuk pengambilan sampel
Buku/alat tulis	Mencatat data di lapangan
Mikroskop	Untuk mengamati organisme fitoplankton
Pipet tetes	Mengambil sampel air dan memindahkan larutan
Tabung reaksi	Wadah sampel
Rak tabung	Tempat tabung reaksi
Erlenmeyer	Untuk menampung larutan pereaksi/sampel
Sedgwick Rafter	Sebagai wadah untuk menghitung fitoplankton
Buku identifikasi: Tomas (1997), Newell (1977), dan Yamaji (1960)	Pedoman identifikasi
Camera	Untuk dokumentasi kegiatan
Botol BOD	Untuk tempat menampung sampel
Gelas ukur	Untuk mengukur larutan yang akan digunakan
Cool box	Sebagai tempat sampel yang diambil dilapangan

Tabel 6. Bahan yang digunakan dalam penelitian

Bahan	Kegunaan
Lugol 1%	Pengawet sampel
Indikator Brucine	Sebagai larutan pereaksi
Larutan mangan Sulfat ($MnSO_4$)	Untuk mengikat oksigen
Larutan Asam Sulfat pekat (H_2SO_4)	untuk menghilangkan endapan pada larutan
Alkali-iodida-azida (NaOH-KI)	Untuk membentuk endapan pada larutan
Indikator amylum 2%	Untuk mengubah warna larutan dari kuning muda menjadi biru
Larutan Natrium Tio Sulfat	Untuk cairan titrasi merubah warna menjadi bening
Larutan Ammonium molybdate	Sebagai larutan pereaksi
Larutan Asam askorbik	Sebagai larutan pereaksi
Larutan Asam borat	Sebagai larutan indikator
Larutan Sulfanilic Acid	Sebagai larutan pereaksi
Aquades, air laut dan tissue	Membersihkan dan mensterilkan alat

C. Rancangan Penelitian atau Penarikan Contoh

1. Tahap Persiapan

Sebagai tahapan awal ada beberapa kegiatan pendahuluan yang dilakukan yaitu observasi lapangan dan studi literatur. Observasi dimaksudkan mengidentifikasi permasalahan sebagai dasar pengembangan hipotesa awal dan perencanaan pelaksanaan penelitian. Kemudian melakukan studi literatur untuk penguatan kerangka teoritis, perumusan masalah penelitian, penelusuran literatur yang berhubungan dengan objek studi serta penyusunan kerangka metodologi penelitian.

2. Penentuan Stasiun

Penentuan stasiun ini dibagi dalam 3 stasiun. dimana stasiun I terletak di pantai Losari, stasiun II terletak di POPSA dan stasiun III terletak di pulau Lae-Lae. Stasiun ini diperkirakan terdapat fitoplankton yang berpotensi berbahaya (HABs). Pada masing-masing stasiun pengambilan sampel ini dikarenakan beberapa penelitian melaporkan bahwa stasiun ini tergolong kategori eutrofik. Penelitian PKL yang saya lakukan juga ditemukan beberapa fitoplankton pemicu HABs pada stasiun I dan stasiun II. Sedangkan pengambilan sampel pada stasiun III, saya ingin melihat pengaruh kelimpahan fitoplankton HABs dari stasiun I dan II.

3. Metode Pengambilan Sampel

- a. Pengambilan sampel dilakukan pada masing-masing stasiun sebanyak 3 kali ulangan. Jangka waktu yang digunakan untuk pengambilan sampel yaitu pukul 10.00- 14.00 WITA.
- b. Pengambilan sampel fitoplankton yang dilakukan di lapangan yaitu dengan cara mengambil sampel air laut dengan menggunakan ember 10L kemudian menyaring sampel air tersebut dengan menggunakan plankton net (nomor 25). Hal ini dilakukan sebanyak 10 kali sehingga air yang tersaring adalah sebanyak 100L. setelah itu dipindahkan ke botol sampel (100 ml), lalu ditetaskan larutan lugol 1% sebanyak 2 ml, lalu dibawa ke laboratorium untuk dilakukan identifikasi (lihat di bagian E).
- c. Pada ketiga stasiun penelitian, juga dilakukan pengambilan sampel air untuk pengukuran pH, DO, nitrat, dan fosfat.

D. Metode Pengukuran Parameter Oseanografi

1. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan di lapangan dengan cara memasukkan thermometer ke dalam perairan, kemudian mencatat hasil pengukuran suhu tersebut.

2. Salinitas

Pengukuran salinitas dilakukan secara langsung di lapangan dengan menggunakan salinometer, dengan mengambil sampel air laut menggunakan ember lalu meletakkan salinometer tersebut pada ember yang berisi air, Setelah itu melihat nilai salinitas yang terukur pada salinometer lalu mencatat hasil pengukuran salinitas.

3. Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH dilakukan menggunakan alat pH meter. Sampel air yang diambil di lapangan kemudian melakukan pengukuran pH di laboratorium.

4. Nitrat

Penentuan nitrat digunakan metode Bruchine (APHA, 1979). Penentuan nitrat ini dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer DREL 2800 yang berfungsi untuk mengukur kadar nitrat.

5. Fosfat

Penentuan kadar fosfat digunakan metode Stannous chloride Dalam penentuan kadar fosfat dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer DREL 2800.

6. Oksigen Terlarut (DO)

Dalam menentukan atau mengukur gas Oksigen Terlarut suatu perairan, maka prinsip analisis yang digunakan yakni metode winkler atau titimetri dan dengan menggunakan DO-meter. Pada percobaan ini prinsip analisis yang akan digunakan yakni metode Winkler atau Titrasi dengan menggunakan larutan.

Kadar oksigen terlarut dalam air contoh dihitung dengan persamaan :

$$\text{Oksigen terlarut dalam mg/L} = \frac{1000 \times A \times N \times 8}{Vc \times \frac{Vb}{(Vb-6)}}$$

Keterangan:

A = ml larutan baku natrium tiosulfat yang digunakan;

Vc = ml larutan yang dititrasi;

N = kenormalan larutan natrium tiosulfat;

Vb = volume botol BOD

E. Pengukuran Variabel Fitoplanton

1. Kelimpahan Fitoplankton

Untuk mengetahui kelimpahan jenis fitoplankton maka dilakukan proses identifikasi menggunakan mikroskop dengan bantuan Sedgwick Rafter (S-R) dan diidentifikasi sampai tingkat genus dengan menggunakan buku identifikasi plankton Tomas (1997), Newell (1977), dan Yamaji (1960). Kelimpahan jenis fitoplankton dinyatakan dalam jumlah sel per liter air, sampel dihitung menggunakan rumus:

Kelimpahan plankton dianalisis berdasarkan (APHA, 1989):

$$N = \frac{A}{B} \times \frac{C}{D} \times \frac{E}{1} \times \frac{1}{F}$$

keterangan :

N = Kelimpahan (Sel/L)

A = \sum kotak SRC (1000 kotak)

B = \sum kotak lapang pandang (1 kotak)

C = \sum Ind. Yang terlihat

D = \sum kotak yang diamati

E = volume air dalam botol sampel (ml)

F = volume air yang disaring di lapangan

2. Indeks Keanekaragaman

Perhitungan indeks keanekaragaman menggunakan rumus berdasarkan

Shannon Wiener (Odum, 1971):

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

Keterangan :

H' = Indeks diversitas Shanon-Wiener (keanekaragaman)

P_i = n_i/N (proporsi jenis plankton)

3. Indeks Keseragaman

Perhitungan indeks keseragaman berdasarkan (Odum, 1993):

$$E = \frac{H'}{H'_{maks}}$$

Keterangan :

E = Indeks keseragaman jenis

H' = Indeks keanekaragaman

H'_{maks} = nilai keanekaragaman jenis maksimum ($\ln S$)

S = Jumlah total individu

4. Indeks Dominansi

Perhitungan indeks dominansi dtunjukkan dalam rumus berdasarkan (Odum,

1993) :

$$D = \sum (P_i)^2$$

Keterangan :

D = Indeks dominansi

P_i = n_i/N (proporsi jenis plankton)

F. Analisis Data

Analisis data yang digunakan yaitu analisis varians satu arah untuk menganalisis kelimpahan fitoplankton yang berpotensi HABs antar stasiun, analisis korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antara parameter lingkungan terhadap kelimpahan fitoplankton penyebab HABs, dan analisis komunitas fitoplankton dilakukan dengan menggunakan indeks ekologi yang meliputi indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Secara geografis kota Makassar terletak di pesisir pantai barat bagian selatan Sulawesi Selatan. Pada titik koordinat BT199⁰ 24,17' 38" dan LS5⁰ 8,6' 19". Secara administratif kota Makassar mempunyai batasan-batasan wilayah yaitu berbatasan sebelah utara dengan Kabupaten Pangkep, sebelah timur Kabupaten Maros, sebelah selatan Kabupaten Gowa dan sebelah barat adalah selat Makassar. Topografi umumnya berupa daerah pantai, dengan letak ketinggian kota Makassar 0,5-10 meter dari permukaan.

Kota Makassar memiliki luas wilayah yang tercatat 175, 77 km² yang meliputi 14 kecamatan dan 143 kelurahan. Selain memiliki daratan, kota Makassar juga memiliki wilayah kepulauan yang dapat dilihat sepanjang garis pantai kota Makassar. Adapun pulau-pulau di wilayahnya merupakan bagian dari dua kecamatan yaitu kecamatan Ujung Pandang dan Ujung Tanah. Pulau-pulau ini merupakan gugusan pulau-pulau karang sebanyak 12 pulau.

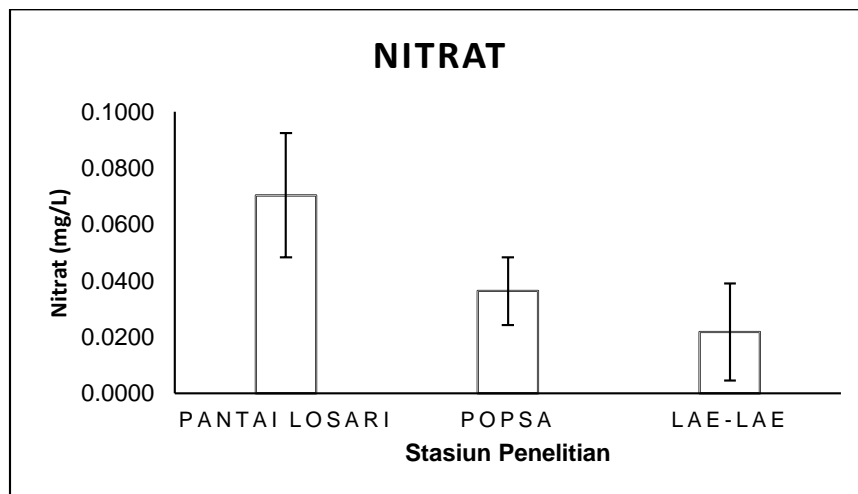
B. Parameter Oseanografi

Parameter lingkungan diukur untuk mendapatkan gambaran tentang kondisi oseanografi secara umum di lokasi penelitian. Dari hasil pengukuran berbagai parameter oseanografi di lokasi penelitian perairan laut kota Makassar didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Nitrat

Konsentrasi nitrat selama penelitian rata-rata berkisar antara 0.0217-0.0703 mg/L (Gambar 2) dengan konsentrasi rata-rata tertinggi ditemukan di stasiun Pantai Losari (0.0703 mg/l) dan terendah di stasiun Lae-Lae (0.0217 mg/L). Berdasarkan hal itu

menunjukkan bahwa perairan pesisir Kota Makassar (lokasi penelitian) memiliki tingkat kesuburan yang rendah sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan optimal fitoplankton. Namun hal tersebut tidak sesuai dengan pernyataan Faizal, *dkk* (2012) yang menyatakan bahwa perairan pesisir kota Makassar mengalami eutrofikasi Menurut Mackentum (1969), untuk pertumbuhan optimal fitoplankton memerlukan konsentrasi nitrat pada kisaran 0,9 – 3,5 mg/L. Selanjutnya Effendi (2000) menjelaskan bahwa konsentrasi nitrat di perairan alami biasanya jarang melebihi 0,1 mg/L, jika melebihi 0,2 mg/L dapat mengakibatkan eutrofikasi (pengayaan) perairan yang selanjutnya memacu pertumbuhan alga dan tumbuhan air secara pesat (*blooming*).

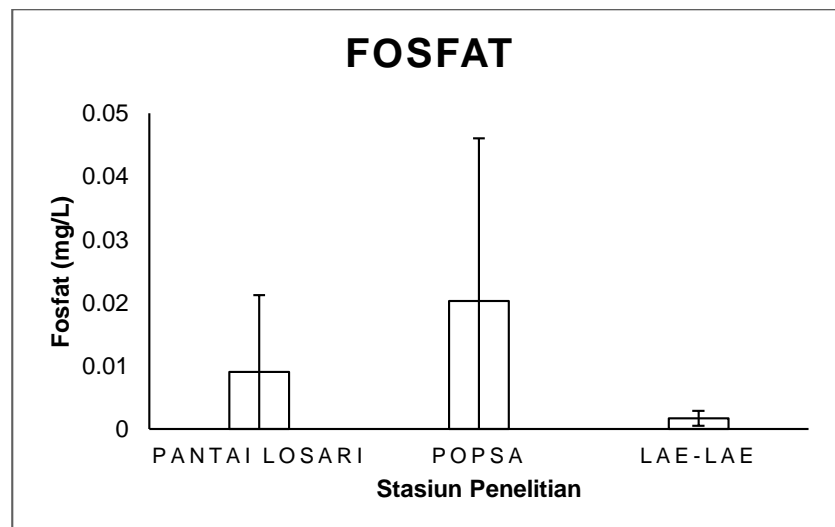


Gambar 2. Sebaran Nitrat di Perairan Pesisir Laut Kota Makassar (error bar adalah nilai rata-rata \pm nilai standar deviasi)

Menurut Tambaru dan Samawi (2005) serta Faizal (2012), karakteristik nitrat ditemukan semakin tinggi ke arah pantai. Hal ini sejalan dengan hasil pengukuran dimana lokasi Lae-Lae (jauh dari pantai) memiliki konsentrasi nitrat yang lebih rendah jika dibandingkan dengan stasiun Pantai Losari dan POPSA (dekat dengan pantai).

2. Fosfat

Fosfat mempengaruhi penyebaran fitoplankton khususnya diatom (Vollenweider 1968). Fosfat dapat menjadi faktor pembatas baik secara spasial maupun temporal (Raymont, 1980). Berdasarkan hasil pengukuran, konsentrasi fosfat rata-rata berkisar antara 0.0017-0.0203 mg/L (Gambar 3). Konsentrasi fosfat tertinggi terukur pada stasiun POPSA (0.0203 mg/L) sedangkan terendah ditemukan pada stasiun Lae-Lae (0.0017 mg/L). Fosfat dengan konsentrasi seperti itu menunjukkan bahwa lokasi penelitian memiliki tingkat kesuburan yang rendah sampai sedang. Menurut Effendi (2002), konsentrasi fosfat berkisar antara 0.021- 0.05 mg/L menunjukkan bahwa perairan yang bersangkutan memiliki tingkat kesuburan sedang. Hal ini tentunya berpengaruh pada pertumbuhan optimal fitoplankton di mana konsentrasi fosfat yang optimum untuk pertumbuhannya berkisar antara 0.09–1.80 mg/L (Wardoyo, 1975).



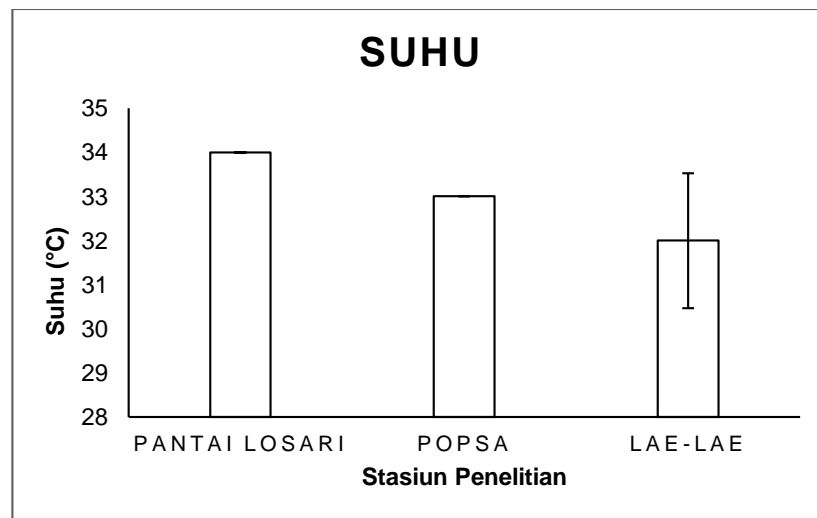
Gambar 3. Sebaran Fosfat di Perairan Pesisir Laut Kota Makassar (error bar adalah nilai rata-rata \pm nilai standar deviasi)

Distribusi fosfat pada stasiun-stasiun penelitian menunjukkan bahwa stasiun yang semakin jauh dari daratan memiliki konsentrasi yang semakin menurun. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Tambaru dan Samawi (2005) bahwa konsentrasi fosfat pada

perairan dekat daratan ditemukan lebih tinggi sebab mendapat pasokan dari aktivitas manusia dari daratan.

3. Suhu

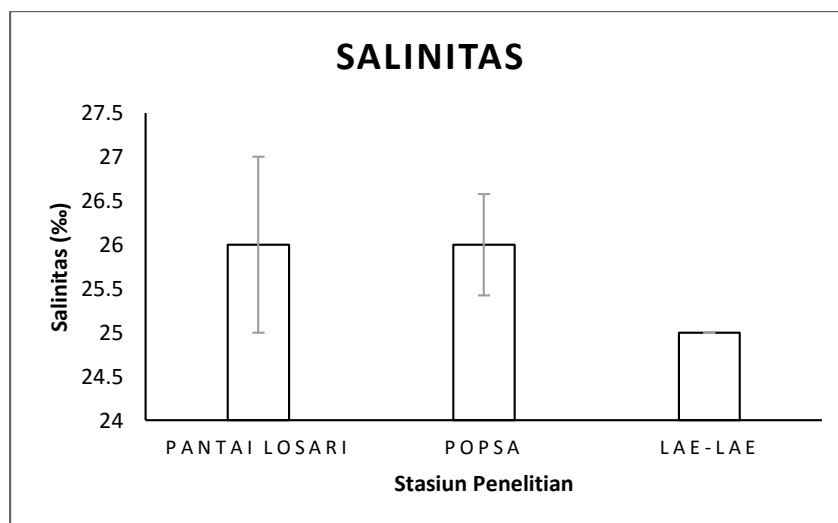
Suhu secara ekologi memegang peranan penting dalam menentukan keberadaan fitoplankton dalam perairan. Berdasarkan hasil penelitian, kisaran rata-rata suhu tercatat berkisar antara 32–34°C (Gambar 4). Suhu tertinggi terukur pada stasiun Pantai Losari sedangkan terendah ditemukan pada stasiun Lae-Lae. Kisaran suhu seperti ini menunjukkan kisaran yang melebihi batas optimum pertumbuhan fitoplankton. Menurut Syamsuddin (2014), kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton yaitu berkisar antara 20 – 30°C. Namun, kisaran suhu seperti itu masih mendukung pertumbuhannya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Effendi (2000) bahwa beberapa algae seperti Chlorophyta dan diatom masih dapat tumbuh dengan baik sampai pada suhu 35°C.



Gambar 4. Sebaran Suhu di Perairan Pesisir Laut Kota Makassar (error bar adalah nilai rata-rata \pm nilai standar deviasi)

4. Salinitas

Salinitas merupakan salah satu parameter perairan yang mempengaruhi produksi fitoplankton (Barron *et al.* 2003). Struktur komunitas fitoplankton dapat mengalami perubahan sejalan dengan perubahan salinitas (Ayadi *et al.* 2004). Berdasarkan pengukuran salinitas, diperoleh kisaran rata-rata antara 25 – 26 ppt (Gambar 5). Kisaran ini sesuai dengan pertumbuhan fitoplankton. Hal ini sejalan dengan pernyataan Raymont (1980) bahwa salinitas yang optimum dalam mendukung pertumbuhan fitoplankton adalah berkisar antara 10 ppt – 40 ppt. Salinitas tertinggi terukur pada stasiun POPSA sedangkan terendah ditemukan pada stasiun Lae-Lae.

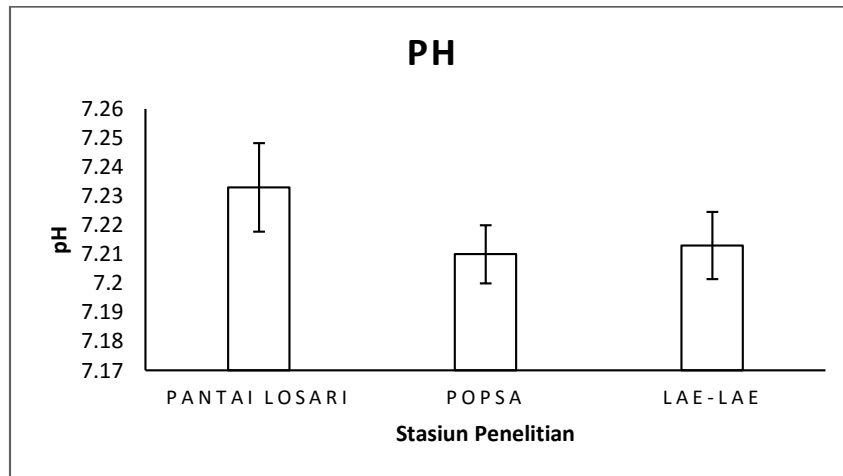


Gambar 5. Sebaran Salinitas di Perairan Pesisir Laut Kota Makassar (error bar adalah nilai rata-rata \pm nilai standar deviasi)

5. pH (Derajat Keasaman)

Tingkat keasaman pada lokasi penelitian menunjukkan nilai yang hampir sama untuk semua stasiun. Selama penelitian, nilai pH yang terukur berkisar antara 7.21 – 7.23 (Gambar 6). Berdasarkan kisaran tersebut dianggap masih relatif stabil untuk lingkungan laut dan tergolong normal untuk pertumbuhan fitoplankton. Menurut Syamsuddin (2014), derajat keasaman (pH) yang ideal untuk kehidupan fitoplankton

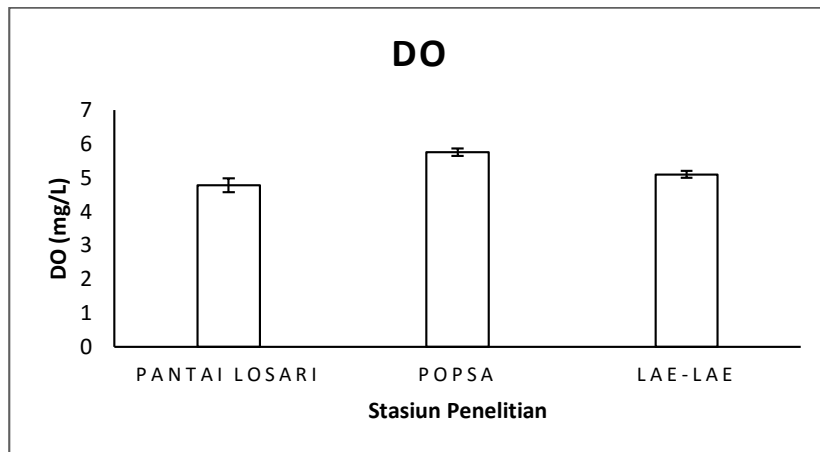
berkisar antara 6,5 – 8,0. Nilai pH tertinggi terukur pada stasiun Pantai Losari sedangkan terendah ditemukan pada stasiun POPSA.



Gambar 6. Sebaran pH di Perairan Pesisir Laut Kota Makassar (error bar adalah nilai rata-rata \pm nilai standar deviasi)

6. DO (*Dissolved Oxygen* = Oksigen Terlarut)

Pengukuran oksigen terlarut selama penelitian berkisar antara 4.7693-5.7493 mg/L (Gambar 7). Konsentrasi oksigen terlarut terendah terdeteksi pada stasiun Pantai Losari sedangkan tertinggi pada stasiun POPSA dan Lae-Lae. Konsentrasi oksigen yang terukur dalam batas normal untuk pertumbuhan fitoplankton. Menurut Efendi (2002), kelarutan oksigen 2 mg/L sudah cukup untuk mendukung kehidupan fitoplankton selama perairan tersebut tidak mengandung bahan-bahan yang bersifat toksik. Konsentrasi DO di perairan yang dapat ditolerir oleh organisme akuatik terutama fitoplankton adalah tidak kurang dari 5 mg/L (Boyd, 1982).

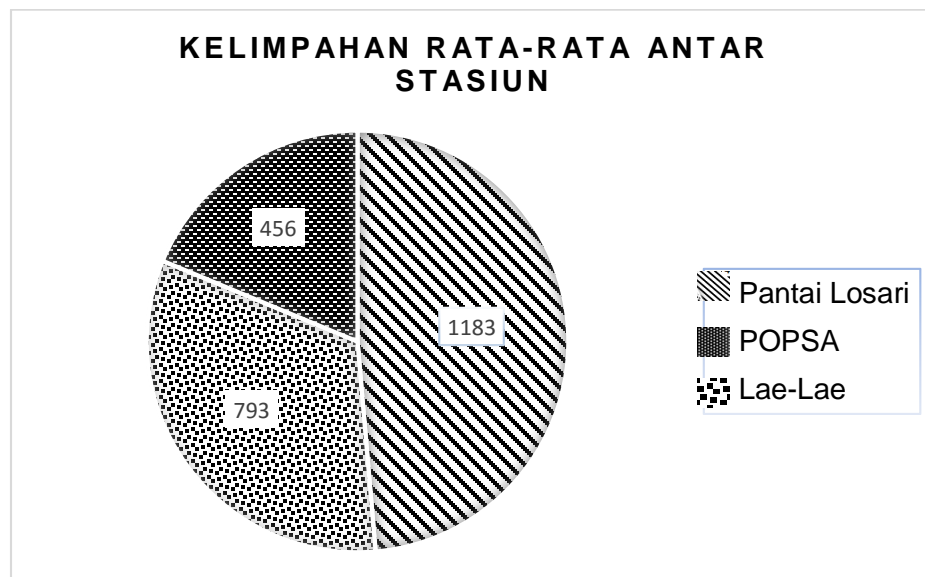


Gambar 7. Sebaran pH di Perairan Laut Pesisir Kota Makassar (error bar adalah nilai rata-rata \pm nilai standar deviasi)

C. Kelimpahan Fitoplankton

Berdasarkan lampiran 1, sebanyak 34 genus fitoplankton terdeteksi selama penelitian yang dapat digolongkan ke dalam 4 kelas yaitu Bacillariophyceae, Dinophyceae, Cyanophyceae, dan Chlorophyceae. Secara lebih terinci, keberadaan fitoplankton pada stasiun Pantai Losari ditemukan sebanyak 31 genus, stasiun POPSA sebanyak 22 genus, dan stasiun Lae-Lae sebanyak 16 genus.

Dari data keberadaan fitoplankton berdasarkan stasiun memperlihatkan bahwa Pantai Losari merupakan stasiun dengan jumlah kelimpahan fitoplankton tertinggi dengan jumlah rata-rata 1183 sel/L, selanjutnya stasiun POPSA sebanyak rata-rata 793 sel/L dan terendah pada stasiun Lae-Lae sebanyak rata-rata 456 sel/L (Gambar 8). Walau terjadi perbedaan berdasarkan jumlah kelimpahan, namun secara statistik tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata dari hasil analisis uji statistik menggunakan uji ANOVA pada selang kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Hal ini dapat diartikan bahwa kelimpahan fitoplankton antar stasiun di perairan laut kota Makassar (lokasi penelitian) tidak berbeda nyata (Lampiran 4).



Gambar 8. Kelimpahan Rata-Rata Fitoplankton Antar Stasiun

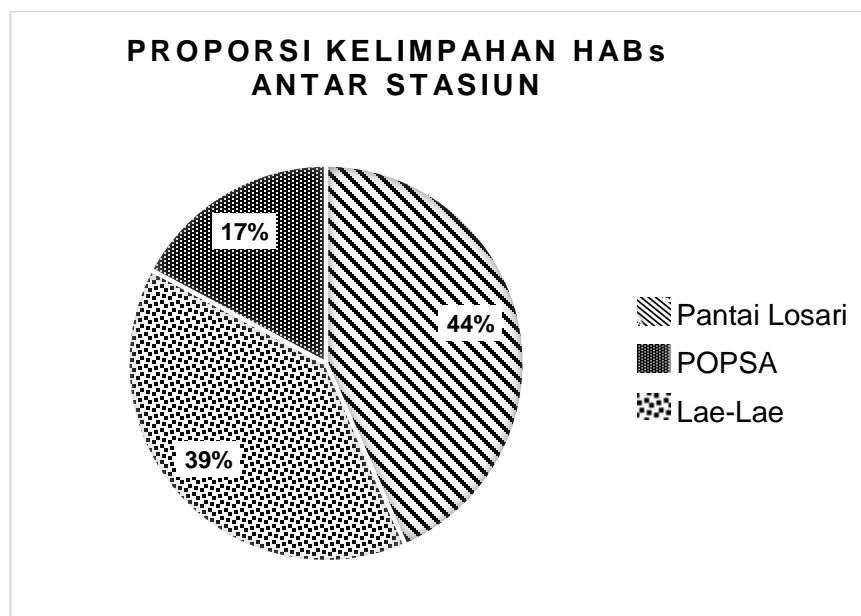
Secara umum, fitoplankton yang sering muncul dengan jumlah yang cukup tinggi adalah kelas Bacillariophyceae dari genus *Skeletonema* dan *Coscinodiscus*, dan kelas Dinophyceae dengan genus *Protoperidinium* dan *Ceratium*. Keumuman kelas ini adalah sesuatu yang biasa terjadi di perairan laut. Menurut Nontji (2006), kelas Bacillariophyceae merupakan komponen fitoplankton yang umum di jumpai di lautan, kelas ini terdapat dimana saja dari tepian hingga ke tengah samudera terutama di dalam perairan yang relatif dingin. Karena kemampuannya itu, kelas ini dapat dijadikan sebagai indikator biologis perairan yang tidak tercemar. Kemudian disusul oleh kelas Dinophyceae yang umum dijumpai pada perairan tropis.

Dari hasil deteksi jenis fitoplankton yang paling banyak dan paling kurang ditemukan pada setiap stasiun, terdeteksi bahwa genus tertinggi kemudian terendah pada stasiun Pantai Losari tercatat berturut-turut adalah *Skeletonema* (860 sel/L) dan *Diploneis* (9 sel/L), selanjutnya stasiun POPSA adalah *Protoperidinium* (571 sel/L) dan *Triceratium*, *Climacosphenia*, dan *Streptotheca* masing-masing 9 sel/L, dan stasiun Lae-lae adalah *Skeletonema* (271 sel/L) dan *Hemiaulus*, *Biddulphia*,

Cocconeis dan *Gonyaulax* masing-masing 10 sel/L. Dari hasil pencacahan itu terlihat bahwa jenis *Skeletonema* dari kelas Bacillariophyceae merupakan genus yang paling berlimpah.

D. Fitoplankton Yang Berpotensi Berbahaya (HABs)

Secara umum, berdasarkan pencacahan jenis fitoplankton yang berpotensi berbahaya (HABs) selama penelitian terdeteksi bahwa ada tujuh genus dari kelas Dinophyceae yang merupakan jenis HABs yaitu *Protoperidinium* (67-314 sel/L), *Gymnodinium* (19-59 sel/L), *Ceratium* (28-216 sel/L), *Prorocentrum* (10-39 sel/L), *Gyrodinium* (10 sel/L), *Gonyaulax* (10-29 sel/L), dan *Dinophysis* (10-29 sel/L) yang tersebar pada ketiga stasiun penelitian (Pantai Losari, POPSA, dan Lae-lae). Genus fitoplankton seperti yang ditemukan itu merupakan jenis yang dikategorikan ke dalam fitoplankton penyebab HABs (Wiadnyana, 1996). Jenis-jenis itu dianggap berbahaya sebab merupakan jenis yang memberikan efek negatif terhadap manusia dan menimbulkan gangguan kesehatan pada manusia maupun ekosistem.



Gambar 9. Proporsi Kelimpahan HABs Antar Stasiun

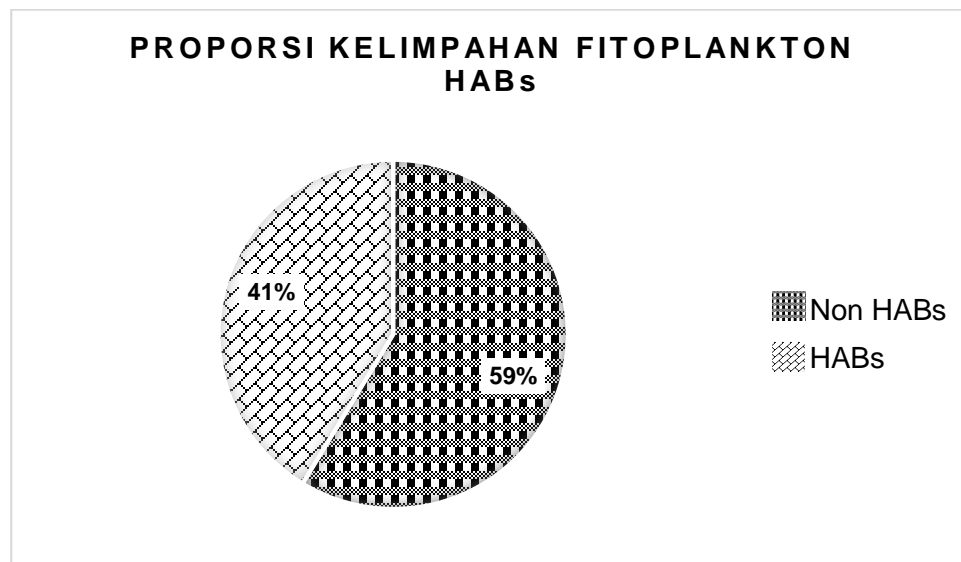
Secara lebih khusus, berdasarkan hasil pengamatan fitoplankton penyebab HABs pada ketiga stasiun terdeteksi bahwa pada stasiun Pantai Losari ditemukan tujuh genus yaitu *Protoperidinium*, *Gymnodinium*, *Ceratium*, *Prorocentrum*, *Gyrodinium*, *Gonyaulax*, dan *Dinophysis*, pada stasiun POPSA ditemukan lima genus yaitu *Protoperidinium*, *Gymnodinium*, *Ceratium*, *Prorocentrum*, dan *Gonyaulax*, dan stasiun Lae-lae ditemukan lima genus yaitu *Protoperidinium*, *Gymnodinium*, *Ceratium*, *Gonyaulax*, dan *Dinophysis*. Dari genus itu, ditemukan empat genus penyebab HABs yang ada pada keseluruhan stasiun yaitu *Protoperidinium*, *Gymnodinium*, *Ceratium*, dan *Gonyaulax* (Lampiran 2).

Untuk mendeteksi lebih jauh kelimpahan jenis fitoplankton penyebab HABs, dilakukan analisis proporsi untuk membandingkan dengan kelimpahan jenis fitoplankton yang bukan penyebab HABs pada setiap stasiun. Berdasarkan hasil analisis itu, diperoleh bahwa proporsi kelimpahan fitoplankton penyebab HABs pada stasiun Pantai Losari, POPSA dan Lae-lae masing-masing sebesar 44%, 39%, dan 17% berturut-turut. Dari hasil itu memperlihatkan bahwa jenis fitoplankton yang bukan HABs memiliki proporsi yang masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan jenis HABs. Hal ini berarti, perkembangan fitoplankton pada lokasi penelitian masih dapat dikategorikan baik walau sudah terindikasi bahwa HABs sudah mulai muncul dan ada pada lokasi-lokasi penelitian.

Jika dicermati perkembangan fitoplankton HABs, terdeteksi bahwa stasiun Pantai Losari memperlihatkan proporsi kelimpahan HABs tertinggi jika dibandingkan dengan stasiun POPSA dan Lae-lae. Alasan yang dapat diberikan adalah bahwa mungkin saja karena letak stasiun itu berdekatan dengan daratan (disekitarnya banyak aktivitas manusia seperti warung makanan sepanjang Pantai Losari) dan cenderung tertutup serta kurang mendapatkan pergantian air baru (pembilasan) dari laut lepas. Hal ini

dapat dibenarkan setelah menghubungkan dengan konsentrasi nutrien khususnya nitrat yang memang cenderung lebih tinggi pada stasiun ini (Gambar 2). Sejalan itu pula, Praseno dan Sugestiningih (2000) menjelaskan bahwa kelimpahan fitoplankton yang melimpah salah satunya disebabkan oleh adanya aktivitas manusia dari daratan yang memberikan sumbangan berupa bahan organik kemudian masuk ke dalam laut. Pengaruh aktivitas ini semakin berkurang dengan semakin jauhnya lokasi dari daratan. Hal itu terlihat pada stasiun terjauh dari daratan yaitu Lae-Lae, proporsi HABs pada stasiun ini tercatat hanya sebesar 17% (Gambar 8).

Berdasarkan uji proporsi kelimpahan fitoplankton berbahaya (HABs) secara keseluruhan pada semua stasiun diperoleh nilai sebesar 41% (Gambar 10). Hal ini berarti kelimpahan HABs masih lebih rendah jika dibandingkan dengan jenis yang bukan HABs. Rendahnya proporsi kelimpahan HABs di lokasi penelitian menunjukkan bahwa perairan kota Makassar belum terlalu mengkhawatirkan walau sudah harus dipikirkan langkah-langkah pencegahannya. Pencermatan secara lebih terinci sehubungan dengan aktivitas manusia untuk tidak membuang sampah dan semacamnya di sekitar wilayah Pantai Losari dan sekitarnya sudah harus diatur agar HABs tidak semakin berkembang (*blooming*).



Gambar 10. Proporsi Kelimpahan Fitoplankton HABs

Dari hasil pengamatan hanya jenis-jenis dari kelas Dinophyceae saja berpotensi menimbulkan HABs walau belum terlalu berbahaya di perairan laut kota Makassar karena kelimpahannya masih lebih rendah jika dibandingkan dengan jenis fitoplankton non-HABs. Untuk diketahui, kelas Dinophyceae dapat membentuk sista (*cysta*) sebagai tahap istirahat (Nontji, 2006). Sista ini mengendap di dasar laut dan istirahat sampai kondisi lingkungan mendukung kembali untuk berkembang. Di samping itu, jenis dari kelas Dinophyceae diketahui paling banyak mempunyai spesies yang bersifat toksik. Fenomena *blooming* dari fitoplankton toksik itu sangat berbahaya sehingga patut diwaspadai. Namun fenomena *blooming* ini juga bisa terjadi pada fitoplankton yang non-toksik sebab jika mengalami kematian massal maka akan diurai oleh bakteri yang dapat menyebabkan konsentrasi oksigen habis terkuras sehingga dapat menyebabkan kematian pada biota di perairan.

Pada penelitian ini, jenis-jenis dari Kelas Dinophyceae menempati urutan terbanyak kedua setelah jenis-jenis dari kelas Bacillariophyceae. Dari kelas Dinophyceae ini ditemukan genus yang selalu muncul pada setiap stasiun yaitu

Protoperidinium, *Gymnodinium*, *Ceratium*, dan *Gonyaulax* (Lampiran 1). Keempat genus ini memiliki variasi nutrisi dari konsentrasi yang rendah sampai tinggi sehingga mampu berkompetisi dengan genus lain. Namun, kelimpahan keempat genus itu belum termasuk kategori *blooming* sebab kelimpahannya belum mencapai $>10^6$ cel/L (Sidabutar, 2006). Akan tetapi, hal ini tetap saja perlu diwaspadai sebab dapat membahayakan ekosistem pesisir karena dapat memproduksi racun dan masuk ke rantai makanan.

Menurut Evangelista (2008), *Protoperidinium* dapat memproduksi racun jenis Azaspiracids. Karakter dari racun tersebut hampir mirip dengan racun DSP (*Diarrhetic Shellfish Poisoning*) yang dapat mengakibatkan mual pada si penderita dalam 3-5 hari. *Ceratium* itu sendiri kurang berbahaya tetapi jika sangat padat akan membuat penurunan oksigen (Anoxic) sehingga menyebabkan kematian massal (Wiadnyana, 1996). Jenis *Gymnodinium* merupakan genus yang mengakibatkan tipe masalah PSP (*Paralytic Shell fish Poisoning*) yang memproduksi racun Saxitoxin, dan *Gonyaulax* bukanlah jenis dinoflagellata yang dapat memproduksi racun, tetapi berbahaya jika ledakan terjadi pada kondisi tertentu dapat berkembang sangat padat menyebabkan penurunan oksigen yang drastis (Anoxic) dan menyebabkan kematian massal ikan invertebrata.

Dari beberapa jenis fitoplankton non-toksik yang perlu diwaspadai karena berpotensi HABs adalah *Skeletonema* dari kelas Bacillariophyceae. Kelimpahan jenis itu sudah melebihi 1000 sel/L dan ditemukan muncul pada setiap stasiun tetapi belum berbahaya karena masih kurang dari 1 juta sel/Liter (Sidabutar, 2006). Jenis *Skeletonema* dapat menjadi berbahaya jika *blooming* sebab dapat menyumbat alat pernapasan pada biota perairan (Aunorohim, dkk., 2008).

E. Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Keberadaan HABs

Dalam menganalisis berbagai faktor-faktor yang berpengaruh terhadap keberadaan HABs maka dilakukan uji korelasi antara kelimpahan fitoplankton secara keseluruhan (HABs dan Non-HABs) dengan berbagai faktor seperti pH, suhu, salinitas, oksigen, nitrat dan fosfat (Lampiran 5).

Berdasarkan hasil analisis korelasi didapatkan bahwa parameter yang memiliki hubungan kuat dan mempengaruhi kelimpahan fitoplankton (HABs dan Non-HABs) adalah suhu ($p < 0,05$) dengan kekuatan hubungan yang sangat kuat (76,6%) dan positif. Parameter yang lain seperti pH, salinitas, oksigen, nitrat dan fosfat cenderung tidak memperlihatkan hubungan yang nyata ($p > 0,05$) (Lampiran 5).

Suhu merupakan salah satu faktor fisik yang mempengaruhi terjadinya *blooming* fitoplankton HABs (Efendi, 2000). Apabila fitoplankton berada pada suhu optimumnya dan didukung oleh parameter lainnya seperti nutrisi yang juga dalam konsentrasi optimum.

F. Indeks Ekologi

Hasil analisis indeks ekologi selama penelitian disajikan dalam Tabel 7. Nilai indeks keanekaragaman (H') masing-masing stasiun Pantai Losari, POPSA, dan Lae-Lae berturut-turut adalah 2.3545, 2.2865, dan 2.0488. Berdasarkan nilai indeks tersebut dapat dijelaskan bahwa perairan stasiun Pantai Losari, POPSA, dan Lae-Lae memiliki keanekaragaman dan kestabilan fitoplankton kategori sedang ($1 \leq H' \leq 3$) (Wilhm & Dorris 1968 dalam Masson, 1981). Berdasarkan nilai itu dapat diterangkan bahwa jenis-jenis fitoplankton tidak dalam kondisi optimal untuk tumbuh dan berkembang sehingga keanekaragaman dan kestabilannya tergolong sedang. Hal ini dapat dibenarkan mengingat parameter lingkungan secara umum tidak dalam rentang

nilai yang optimal dalam mendukung pertumbuhannya, namun masih dianggap layak dan sesuai.

Tabel 7. Hasil perhitungan indeks ekologi Komunitas Fitoplankton di perairan laut Kota Makassar

Stasiun	Indeks Keanekaragaman	Indeks Keseragaman	Indeks Dominansi
Losari	2.3545	0.7873	0.1471
POPSA	2.2865	0.8171	0.1504
Lae-Lae	2.0488	0.8832	0.1588

Berdasarkan nilai indeks keseragaman (E), masing-masing stasiun Pantai Losari, POPSA, dan Lae-Lae berturut-turut adalah 0.7873, 0.8171, dan 0.8832. Hal ini menunjukkan bahwa populasi fitoplankton memiliki keseragaman yang tergolong tinggi ($0,6 \geq E \leq 1,0$) di mana jumlah individu tiap jenis dapat dikatakan sama atau merata. Hal ini berarti, lokasi penelitian masih layak dan sesuai dengan pertumbuhan berbagai jenis fitoplankton walau parameter oseanografi tidak dalam kondisi optimal. Kelayakan dan kesesuaian itu berimplikasi pada nilai indeks dominansi (D) masing-masing stasiun Pantai Losari, POPSA, dan Lae-Lae berturut-turut adalah 0.1471, 0.1504, dan 0.1588 dimana nilai-nilai itu menunjukkan bahwa tidak ada jenis fitoplankton yang mendominasi di lokasi penelitian.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini maka dapat disimpulkan :

1. Jenis fitoplankton yang berpotensi berbahaya (HABs) terdeteksi sebanyak tujuh genus dari kelas Dinophyceae yaitu *Protoperidinium*, *Gymnodinium*, *Ceratium*, *Prorocentrum*, *Gyrodinium*, *Gonyaulax*, dan *Dinophysis*.
2. Proporsi kelimpahan fitoplankton penyebab HABs masih lebih rendah jika dibandingkan dengan jenis fitoplankton yang bukan HABs.
3. Parameter yang memiliki hubungan kuat dan mempengaruhi kelimpahan fitoplankton (HABs dan Non-HABs) adalah suhu dengan kekuatan hubungan yang sangat kuat dan positif.
4. Nilai indeks keanekaragaman (H') menunjukkan bahwa keanekaragaman dan kestabilan fitoplankton berada pada kategori sedang, nilai indeks keseragaman (E) menunjukkan bahwa jumlah individu tiap jenis fitoplankton dapat dikatakan sama atau merata, indeks dominansi (D) menunjukkan bahwa tidak ada jenis fitoplankton yang mendominasi selama penelitian.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka disarankan dilaksanakan penelitian lanjutan mengenai deteksi jenis fitoplankton yang berbahaya (HABs) berdasarkan musim kemarau.

DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association (APHA). 1989. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water Including Bottom Sediment and Sludges*. 17th ed. Amer. Publ. Health Association Inc., New York. 1527 p.
- Arinardi, O.H. 1997. *Hubungan Antara Kualitas Fitoplankton dan Zooplankton di Perairan Sebelah Utara Gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu*. Oseanologi Indonesia. Jakarta
- Aryawati, 2007. *Kelimpahan dan Sebaran Fitoplankton di Perairan Berau Kalimantan Timur* Pasca Sarjana Institut Perairan Bogor.
- Ayadi, H., O. Abid, J. Elloumi, A. Bouain and T. Sime-Ngando. 2004. Structure of the Phytoplankton Communities in Two Lagoons of Different Salinity in the Sfax Salterns (Tunisia). *Journal of Plankton Research*. Vol. 26(6): 669-679.
- Barron, S., C. Weber, R. Marino, E. Davidson, G. Tomasky and Robert Howarth. 2002. Effects of Varying Salinity on Phytoplankton Growth in a Low-Salinity Coastal Pond Under Two Nutrient Conditions. *Biol. Bull.* 203: 260–261.
- Benerja, S.M. 1967. *Water Quality and Soil Condition of Fish Pond In Same State of India Inelation to Fish Production*. Indian J. Fish, 14.
- Boyd, C. E. 1982. *Water Quality Management For Pond Fish Culture*. Elseiver, Amsterdam.
- Davis, C.C., 1951. *The Marine and Fresh Water Plankton*. Michigan State University Press, USA.
- Davis, C.C. 1955. *The Marine and Fresh Water Plankton*. . Michigan State University Press, USA.
- Effendi, H. 2000. *Telaah Kualitas Air (Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan)*. Bogor.
- Evangelista, V. 2008. *Algal Toxins: Nature, Occurrence, Effect, And Detection*. Springer Science & Business Media. 397p.
- Faizal, A., J. Jompa, dan N. Nessa. 2012. *Dinamika Spasio Temporal Tingkat Kesuburan Perairan Di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan*. J. Torani, 22:1-18.
- Haryati, 1987. *Pengaruh Pemberiaan EDTA Terhadap Daya Tetas Kista Artemia Salina Leach Di Laboratorium*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kaswadji, R. F. 1976. *Studi Pendahuluan Tentang Penyebaran dan: Kelimpahan Fitoplankton di Delta Upang Sumatera Selatan*. Fakultas Perikanan, IPB. Bogor.

- Koesoebiono, 1981. *Biologi Laut*. Fakultas Perikanan. IPB. Bogor.
- Mackentum, K.M. 1969. *The Practice of Water Pollution Biology*. United States Departement of Interior, Federal Water Pollution Control Administration, Division of Technical Support. 411 p
- Masson, C. F. 1981. *Biology Freshwater Polution*. 2nd edition. New York: Longman Scientific and Technical.
- Mujib Saddam, Damar A, Wardianto Y. 2015. *Distribusi Spasial Dinoflagellata Plankton Di Perairan Makassar, Sulawesi Selatan*. Jurnal Ilmu Teknologi Kelautan Tropis, Vol. 7, No. 2, Hlm. 479-492.
- Newell, G.E. and R.C. Newell. 1977. *Marine Plankton A Practical Guide*. Hutchison.
- Nontji A, 2006. *Tiada Kehidupan Di Bumi Tanpa Keberadaan plankton*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Nybakken JW, 1988. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. (Terjemahan dari Marine Biology: an Ecological Approach). Edman HM et al. (Penerjemah). PT Gramedia. Jakarta. 223 hml.
- Odum, EP. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Terjemahan Tjahjono Samingan, 1993. Edisi Ketiga. Yogyakarta : Universitas Gadjahmada.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Pasengo, Y. L. 1995. *Studi Dampak Limbah Pabrik Plywood Terhadap Kelimpahan dan Keanekaragaman Fitoplankton di Perairan Dangking Desa Barowa Kecamatan Bua Kab. Luwu*. Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Praseno, D. P. & Sugestiningsih. 2000. *Retaid di Perairan Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI, Jakarta: 82 hal.
- Rahardjo S, & Harpasis, S. S. 1982. *Oseanografi Perikanan 1*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta.
- Rahmatullah, Ali M.S, Karina S. 2016. *Keanekaragaman dan Plankton Di Estuari Kuala Rigaih Kecamatan Setia bakti Kabupaten Aceh Jaya*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah. Vol., No 3:325-330.
- Raymont, J.E.G. 1980. *Plankton And Productivity In The Ocean*. Pergamon Press. Oxford.
- Romimohtarto, K dan S. Juana. 2001. *Biologi Laut Ilmu Pengetahun tentang Biota Laut*. Djambatan. Jakarta.

- Romimohtarto, K dan Juwana, 2005. *Biologi Laut Ilmu Pengetahuan tentang Biota Laut*. Djambatan. Jakarta.
- Sachlan, M. 1972. *Planktonology. Correspondente Course Center*. Jakarta
- Sanusi, H. S. 2006. *Kimia Laut (Proses Fisik Kimia dan Interaksinya dengan Lingkungan)*. FPIK-IPB. Bogor.
- Sidabutar, T. 2006. Bencana Akuatik di Perairan Teluk Jakarta Tragedi Bulan Mei 2004. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan III* Hasil-hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, UGM, Yogyakarta.
- Sumardianto, 1995. *Struktur Komunitas Fitoplanton di Perairan Teluk Pelabuhan Ratu, Jawa Barat*. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. Bogor. %7 p.
- Sunarto, 2010. *Karakter Biologi dan Analisis Plankton Bagi Ekosistem*. PDF. Jakarta.
- Syamsuddin R, 2014. *Pengelolaan Kualitas Air :Teori Dan Aplikasi Di Sektor Perikanan*. Pijar Press. Makassar.
- Tambaru R, dan M.F Samawi. 2002. *Penentuan Selang Waktu Inkubasi yang Terbaik dalam Pengukuran Produktivitas Primer di Perairan Spermonde*. Laporan Penelitian BBI. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional-UNHAS, Makassar.
- Tambaru, R., dan M.F. Samawi. 2005. Strategi dan Dinamika Kehidupan Kelimpahan Jenis Fitoplankton Pada Waktu Inkubasi Terbaik di Perairan Kepulauan Spermonde. *Laporan Penelitian Fundamental*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional-UNHAS, Makassar.
- Tomas C.R, 1997. *Identifying Marine Phytoplankto*. Academic Press. America.
- Vollenweider, R.A. 1968. Scientific Fundamentals of the Euthrophication of Lakes and Flushing Waters, with Particular Influence to Nitrogeneous ang Phosphorous as Factors in Euthrophication. OECD, Technical Report, Paris.
- Wardoyo, S. T. H. 1975. *Kriteria Air Untuk Kepulauan Pertanian dan Perikanan*. Departemen Tata Produksi Perikanan. Fakultas Pertanian. Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- Wiadnyana, N. N. 1996. *Mikroalga Berbahaya Di Perairan Indonesia*. Oseanologi dan Limnologi Di Indonesia. (29):15-28.
- Wiadnyana, N. N. 1995. *Informasi Tentang Dinoflagellata Beracun (Pyrodinium bahamense var. Compressum)*. Lonawarta. XVIII(1):42-52.

Wiadnyana, N. N., A.Sediadi, T. Sidabutar and S.A Yusuf. 1994. *Bloom of the Dinoflagellata, Pyrodinium bahamense var. Compressum in Kao Bay, North Moluccas*. IOC-WEST-PAC Symposium, Bali, 22-26 November 1994.

Yamaji, 1960. *Identification Of Marine Plankton*. Ilustsation Of Marine Plankton Of Japan. Japan. Hoikusha publishing co.ltd.osaka. Japan.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Kelimpahan Fitoplankton

No	Genus	Kelimpahn Fitoplankton (sel/Liter)									jumlah
		St I.1	St. I.2	St I.3	St II.1	St II.2	St II.3	St III.1	St III.2	St III.3	
Kelas Bacillariophyceae											
1	Chaetoceros	118	48	28	29	9	77	19		29	357
2	Nitzschia	29	10	9	19	19			29	29	144
3	Skeletonema	363	374	123	19	28	58	47	97	127	1236
4	Coscinodiscus	98	125	103	175	94	115	9	19	186	924
5	Thalassionema		19			9	10				38
6	Ditylum	10			10	9	67				96
7	Hemiaulus	10	10			9	29			10	68
8	Biddulphia	10	10	47	19	9	48			10	153
9	Pseodu-nitzchia	59	38	28	19	66		19	10		239
10	Triceratimum					9					9
11	Tabellaria	10									10
12	Bacteriastrum						10				10
13	Navicula	20	10	47	10	28	10	9	10	59	203
14	Pleurosigma	10									10
15	Rhizosolenia	10	19	9	10	28	48		29	20	173
16	Cylindropyxis	20									20
17	Cerataulina	127	19								146
18	Streptotheca					9					9
19	Dactyliosolen	39		9							48
20	Diploneis			9							9
21	Cocconeis		10	9			10			10	39
22	Climacosphenia			19		9					28
Kelas Cyanophyceae											
1	Oscillatoria	255	48	56	116	38	67	9	29	137	755
2	Spirulina	10									10
3	Pelagothrix	10									10
4	Anabaenopsis	10	10								20

Kelas Dynophyceae											
1	<i>Protopteridinium</i>	314	77	160	213	291	67		48	49	1219
2	<i>Gymnodinium</i>	59		19	29	19			19		145
3	<i>Ceratium</i>	216	38	75	78	28	182	28	58	147	850
4	<i>Prorocentrum</i>	39	10	28	39	38	19				173
5	<i>Gyrodinium</i>	10									10
6	<i>Gonyaulax</i>	10			10	19			29	10	78
7	<i>Dinophysis</i>		10							29	39
Kelas Chlorophyceae											
1	<i>Chlorella</i>	20									20
Jumlah kelimpahan total		1886	885	778	795	768	817	140	377	852	7298
Jumlah Total Jenis		26	18	17	15	20	15	7	11	14	34

Lampiran 2. Data kelimpahan fitoplankton HABs

Genus	Kelimpahn Fitoplankton HABs (ind/Liter)									jumlah
	St. 1.1	St. 1.2	St. 1.3	St. 2.1	St. 2.2	St. 2.3	St. 3.1	St. 3.2	St. 3.3	
<i>Chaetoceros</i>	118	48	28	29	9	77	19		29	357
<i>Nitzschia</i>	29	10	9	19	19			29	29	144
<i>Protopteridinium</i>	314	77	160	213	291	67		48	49	1219
<i>Gymnodinium</i>	59		19	29	19			19		145
<i>Ceratium</i>	216	38	75	78	28	182	28	58	147	850
<i>Prorocentrum</i>	39	10	28	39	38	19				173
<i>Gyrodinium</i>	10									10
<i>Gonyaulax</i>	10			10	19			29	10	78
<i>Dinophysis</i>		10							29	39
Jumlah Kelimpahan Total	795	193	319	417	423	345	47	183	293	3015

Lampiran 3. Data Parameter Oseanografi

Stasiun	Nitrat (mg/L)	Posfat (mg/)	pH	Salinitas (‰)	Suhu (°C)	DO (mg/L)
Pantai Losari 1	0.07600	0.0010	7.220	26	34	4.9980
Pantai Losari 2	0.04600	0.0230	7.230	25	34	4.7040
Pantai Losari 3	0.08900	0.0030	7.250	27	34	4.6060
Rata-rata	0.07033	0.0090	7.233	26	34	4.7693
POPSA 1	0.02400	0.0050	7.220	26	33	5.8800
POPSA 2	0.03700	0.0060	7.210	26	33	5.6840
POPSA 3	0.04800	0.0500	7.200	25	33	5.6840
Rata-rata	0.03633	0.0203	7.210	26	33	5.7493
Lae-Lae 1	0.01600	0.0030	7.200	25	30	5.1940
Lae-Lae 2	0.04100	0.0010	7.220	25	32	5.0960
Lae-Lae 3	0.00800	0.0010	7.220	25	33	4.9980
Rata-rata	0.0217	0.0017	7.2133	25	32	5.0960

Lampiran 4. Uji (One Way Anova) kelimpahan fitoplankton antar stasiun

Descriptives

kelimpahan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	3	1.1830E3	611.16201	3.52855E2	-335.2106	2701.2106	778.00	1886.00
2	3	7.9333E2	24.54248	14.16961	732.3664	854.3002	768.00	817.00
3	3	4.5633E2	362.56907	2.09329E2	-444.3382	1357.0048	140.00	852.00
Total	9	8.1089E2	474.94854	1.58316E2	445.8111	1175.9667	140.00	1886.00

ANOVA

Kelimpahan	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	793453.556	2	396726.778	2.354	.176
Within Groups	1011155.333	6	168525.889		
Total	1804608.889	8			

Lampiran 5. Uji Korelasi (Pearson Product Moment) kelimpah fitoplakton dengan parameter fisika kimia

Correlations

		kelimpahan	Nitrat	Fosfat	DO	pH	Suhu	Salinitas
kelimpahan	Pearson Correlation	1	.498	-.235	-.130	.231	.761*	.344
	Sig. (2-tailed)		.172	.542	.739	.550	.017	.364
	N	9	9	9	9	9	9	9
Nitrat	Pearson Correlation	.498	1	-.615	-.756*	.772*	.596	.632
	Sig. (2-tailed)	.172		.078	.018	.015	.091	.068
	N	9	9	9	9	9	9	9
Fosfat	Pearson Correlation	-.235	-.615	1	.443	-.643	-.305	-.353
	Sig. (2-tailed)	.542	.078		.233	.062	.425	.351
	N	9	9	9	9	9	9	9
DO	Pearson Correlation	-.130	-.756*	.443	1	-.671*	-.326	-.096
	Sig. (2-tailed)	.739	.018	.233		.048	.391	.807
	N	9	9	9	9	9	9	9
pH	Pearson Correlation	.231	.772*	-.643	-.671*	1	.651	.622
	Sig. (2-tailed)	.550	.015	.062	.048		.058	.074
	N	9	9	9	9	9	9	9
Suhu	Pearson Correlation	.761*	.596	-.305	-.326	.651	1	.516
	Sig. (2-tailed)	.017	.091	.425	.391	.058		.155
	N	9	9	9	9	9	9	9
Salinitas	Pearson Correlation	.344	.632	-.353	-.096	.622	.516	1
	Sig. (2-tailed)	.364	.068	.351	.807	.074	.155	
	N	9	9	9	9	9	9	9

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Lampiran 6. Fitoplankton yang berpotensi HABs di perairan laut Kota Makassar



Ceratium
(Sumber: Koleksi Pribadi)



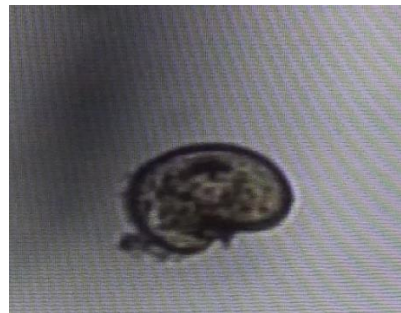
Gyrodinium
(Sumber: Tomas, 1997)



Protoperidinium
(Sumber: Koleksi Pribadi)



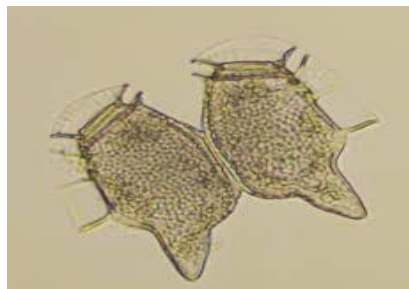
Gymnodinium
(Sumber: Tomas, 1997)



Gonyaulax
(Sumber: Koleksi Pribadi)



Prorocentrum
(Sumber: Tomas, 1997)



Dinophysis
(Sumber: Tomas, 1997)

Lampiran 7. Dokumentasi Pengukuran Parameter dan Pengambilan Sampel



Pengambilan titik Koordinat Lokasi



Pengukuran Suhu



Pengukuran Salinitas



Pengambilan Sampel Fitoplankton



Pemberian Larutan Lugol



Pengambilan sampel nitrat dan fosfat



Pengambilan Sampel DO



Identifikasi Fitoplankton